


Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid


SEAL OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
SEMPER VIRENS
1885



Ueber den sogenannten vierdimensionalen Raum

von

Dr. V. Schlegel



BERLIN 1889.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Wenn wir die Fortschritte betrachten, welche die geometrische Wissenschaft gemacht hat, seit sie durch Euklid in die Form eines logisch begründeten Systems gebracht wurde, so fällt uns auf, wie sehr die Bereicherung ihres Inhalts durch neue Wahrheiten und die Erkenntnis des Zusammenhanges derselben jederzeit abhängig gewesen ist von der Ausbildung ihrer Methoden. Welche Fülle neuer Resultate verdankt sie nicht dem genialen Gedanken des Descartes, die Operationen der Arithmetik und Algebra, deren sie sich vorher nur zu dem beschränkten Zwecke von Messungen bediente, ihr zum Zwecke systematischer Durchforschung von noch unbekannten Gebieten dienstbar zu machen! Wie sehr wurde nicht die Einsicht in den inneren Zusammenhang dieser Resultate gefördert durch Steiner's erfolgreichen Versuch, die Geometrie auf ganz neuer Grundlage aufzubauen, unabhängig, wie das System des Euklid, von den inzwischen schon oft zur drückenden Fessel gewordenen Rechnungsmethoden, umfassend, und aus dem engen Gedankenkreise der Euklidischen Forschung hinausführend, wie das System des Descartes!

Wir sehen aber auch, wie bei allen diesen Fortschritten die Geometrie in einer bestimmten Hinsicht den Charakter einer Erfahrungswissenschaft bewahrt. Wenn sie auch längst über das in ihrem Namen liegende beschränkte Ziel, die Thatsachen der Ebene zu erforschen, hinausgegangen war und den Raum in den Kreis ihrer Betrachtung gezogen hatte, unseren Weltraum mit der Fülle der in ihm teils wirklich existierenden, teils gedachten körperlichen Gebilde: aus diesem a priori gege-

benen Gebiete war sie nie herausgekommen, ja man würde, selbst in den Kreisen der Mathematiker, bis in die neuere Zeit jeden Gedanken einer ausserräumlichen Geometrie als absurd verworfen haben, wie man noch vor 30 Jahren in den Lehrbüchern die imaginären Grössen, die jetzt ein Gemeingut unserer Rechnungen sind, als unmögliche bezeichnete. Auch die philosophischen Spekulationen und wechselnden Ansichten über das Wesen dieses Weltraumes hatten auf die Richtung und den Charakter der geometrischen Forschung keinen Einfluss gehabt; aus der Erfahrung nahm man die Grundlagen der Geometrie, in dem Erfahrungsraume vollzogen sich ihre Operationen, entstanden und blieben ihre Gebilde.

Wenn nun trotzdem in verhältnismässig kurzer Zeit Begriffe wie „vierte Dimension des Raumes“ und „vierdimensionaler Raum“ nicht nur in der Wissenschaft sich eingebürgert, sondern sogar die Aufmerksamkeit des grossen Publikums, welches doch sonst von den Spekulationen der reinen Mathematik sich fernzuhalten pflegt, in dem Masse auf sich gezogen haben, dass sie ihm trotz ihrer Rätselhaftigkeit wenigstens geläufige Ausdrücke geworden sind, so drängen sich von selbst die Fragen auf: Woher stammen diese anscheinend so widerspruchsvollen Begriffe? wie konnten sie so populär werden? wie sind sie zu verstehen? und welche wissenschaftliche Berechtigung haben sie? — Ein Versuch, diese Fragen von dem hier allein massgebenden mathematischen Standpunkte zu beantworten, dürfte auch den Lesern nicht unwillkommen sein, zumal da in der Regel jeder, der über diesen Gegenstand Belehrung sucht, nicht nur den in der Natur der Sache liegenden Schwierigkeiten, sich darüber klar zu werden, gegenübersteht, sondern auch einer teils durch weitverbreitete, unabsichtliche Missverständnisse, teils durch bewusste Täuschungen herbeigeführten argen Verwirrung der Vorstellungen und Begriffe.

Schon die doppelte Ausdrucksweise: „vierte Dimen-

sion des Raumes“ und „vierdimensionaler Raum“ ist ein Zeichen dieser Verwirrung. Wenn man von einer vierten Dimension des Raumes spricht, so stellt man sich vor, dass unserem Weltraume neben den drei Ausdehnungen der Länge, Breite und Höhe, noch eine mysteriöse vierte Dimension von gleichartiger Natur mit den anderen zugeschrieben werde. Dies ist aber ein Unding, und die ganze Ausdrucksweise „vierte Dimension des Raumes“ beruht auf einem Missverständnis und ist zu verwerfen. Spricht man dagegen von einem vierdimensionalen Raume, so hat zu diesem Begriffe die folgende Ueberlegung geführt: In der Geometrie wird uns gezeigt, dass der Punkt keine Ausdehnung hat, die gerade Linie eine einzige, die wir Länge nennen, die ebene Fläche deren zwei, nämlich Länge und Breite, der Raum dagegen, wie jeder Körper, der ja nur einen Teil desselben vorstellt, deren drei, wie schon oben bemerkt. Da nun die Gerade, die Ebene und der Raum in gleicher Weise Gebiete sind, in denen wir allerlei geometrische Gebilde konstruieren und deren Eigenschaften untersuchen können, so können wir auch den Begriff des Raumes erweitern, indem wir die Gerade einen eindimensionalen Raum nennen und die Ebene einen zweidimensionalen, während unser Weltraum ein dreidimensionaler Raum bleibt. Und wir können uns, zwar nicht in anschaulicher, aber doch in abstrakt denkender Weise zu dem Begriffe eines vierdimensionalen Raumes erheben, in welchem unser Weltraum (Erfahrungsraum) neben beliebig vielen anderen seinesgleichen ebenso Platz hätte, wie beliebig viele Ebenen in unserem Weltraume, oder beliebig viele Geraden in einer Ebene. Dieser „vierdimensionale Raum“ ist also ein reines Produkt mathematischer Spekulation, dient nur mathematischen Zwecken, und um die Frage nach seiner etwaigen wirklichen Existenz kümmert sich kein Mathematiker.

Dies musste zur Klarstellung des Begriffes vorangeschickt werden. Man wird nun fragen: Wenn die Geometrie sich 2000 Jahre lang mit den Räumen zufrieden

gab, die nur mit einer, zwei oder drei Dimensionen bedacht sind, und wenn doch von diesen allein praktische Anwendungen auf die Gebilde der realen Welt zu machen sind, wie kam man in dem nach praktischen Anwendungen alles Wissens gierigsten aller Jahrhunderte dazu, die Geometrie auf ein so nebelhaftes Gebiet auszudehnen, und hiermit einen Schritt ins Abstrakte zu thun, wie er in gleicher Kühnheit in der Wissenschaft selten dagewesen? — Die Erklärung ist leicht, wenn man bedenkt, dass zwar die angewandten Wissenschaften in ihrer Entwickelung durch die Forderungen der Zeit beeinflusst, hier gehemmt, da gefördert werden, dass aber eine reine Geisteswissenschaft, wie die Mathematik, in ihrer Ausbildung unentwegt vorwärts schreitet, da die treibenden Kräfte nur in ihr selbst wirken. Wie diese Kräfte nun gerade in unserem Jahrhundert zur Entstehung einer Geometrie des vierdimensionalen Raumes drängten, sei der nächste Gegenstand unserer Betrachtung.

Schon lange war es den Mathematikern aufgefallen, dass für einen der elementarsten geometrischen Sätze, betreffend die Winkel, welche eine Gerade mit zwei Parallelen bildet, ein strenger Beweis nicht erbracht werden konnte, so dass derselbe als eine unbewiesene Thatsache unter dem Namen „Parallelenaxiom" (11. Axiom des Euklid) in den Lehrbüchern seine Stelle fand. Dieser Umstand führte schliesslich mehrere Geometer auf den Gedanken, die Grundzüge einer Geometrie zu entwickeln, in welcher dieses Axiom nicht galt, also auch nicht bewiesen zu werden brauchte. Natürlich wurden in dieser „nichteuklidischen" Geometrie alle diejenigen Resultate, die sonst aus jenem Axiome folgten, durch neue, unseren gewohnten geometrischen Anschauungen und Begriffen widersprechende ersetzt. Namentlich zeigte sich, dass in der nichteuklidischen Geometrie die Winkelsumme eines Dreiecks kleiner als 180° war. Später fand man, dass noch eine dritte Geometrie erdacht werden konnte, in welcher jene Summe grösser als 180° gefunden wurde. Theoretisch erschienen alle drei Arten der Geometrie als

gleichberechtigt, aber es mussten die beiden neu gefundenen Arten so lange als widersinnig betrachtet werden, als man nicht ein Gebiet angeben konnte, in welchem sie wirklich galten. Nun stellte sich aber heraus, dass die letztgenannte Geometrie keine andere war als die der (konstant positiv gekrümmten) Kugelfläche, vorausgesetzt, dass man die grössten Kugelkreise als gerade Linien der Kugelfläche auffasste; und auch für die nichteuklidische Geometrie wurde eine (konstant negativ gekrümmte) Fläche gefunden, auf welcher sie unter entsprechenden Voraussetzungen Geltung fand.*) Diese Flächen erhielten nun durch die besonderen Geometrieen, die man für sie gefunden, gewissermassen gleichen Rang mit der Ebene (Fläche mit der Krümmung Null); und wenn man nun alle drei Flächen als zweidimensionale Räume bezeichnete, die sich nur durch die Beschaffenheit ihrer Krümmung unterschieden, so konnte es nicht ausbleiben, dass man diese neuen Vorstellungen auch auf den dreidimensionalen Raum zu übertragen suchte, und neben den bisher allein betrachteten Weltraum, der jetzt als einziges uns bekanntes und zugängliches Exemplar der Gattung „dreidimensionaler Raum mit der Krümmung Null“ erschien, noch zwei Arten von Räumen setzte, einen positiv und einen negativ gekrümmten. Selbstverständlich verzichtete man hier von vornherein auf jeden Versuch, einen derartigen Raum wirklich aufzufinden; auch war man in der Erkenntnis der Bedeutung der abstrakten Geometrie schon weit genug vorgeschritten, um diese Räume nicht deshalb als widersinnige Denkprodukte zu verwerfen, weil unsere Erfahrung über die Existenz eines einzigen krümmungslosen Raumes uns verbot, diese Räume als wirklich existierend anzusehen. Dieselben waren eben

---

*) Beispiele für die oben erwähnten Dreiecke liefern: 1. im Falle der zuletztgenannten Geometrie ein Dreieck auf der Erdkugel, begrenzt von einem Aequatorbogen und zwei aus seinen Endpunkten nach einem Pol gehenden Meridianbogen; 2. im Falle der nichteuklidischen Geometrie ein ebenes Dreieck, gebildet aus drei Kreisbogen, welche einem in der Dreiecksfläche gelegenen Punkte sämtlich *ihre convex gekrümmte* Seite zuwenden.

Produkte mathematischer Ueberlegung, wie tausend andere geometrische Gebilde, nur dass sie der Anschaulichkeit entbehrten.

Nun lehrte aber die Geometrie, dass alle ebenen und gekrümmten zweidimensionalen Flächen in unserem dreidimensionalen krümmungslosen Weltraume existierten, oder konstruiert, oder wenigstens gedacht werden konnten, und es lag daher wieder nahe, für die drei Arten des dreidimensionalen Raumes ein gemeinsames krümmungsloses vierdimensionales Gebiet anzunehmen, in welchem sie alle Platz finden konnten, und zwar nicht in je einem, sondern in beliebig vielen Exemplaren. Dieses Gebiet ist der vierdimensionale Raum der Mathematik. Die Methode der Analogie, welche uns hier aus dem Gebiete des dreidimensionalen Raumes in das des vierdimensionalen geführt hat, gestattet sofort den Schluss, dass dieser abstrakte Prozess der Raumbildung beliebig weit fortgesetzt werden kann, und in der That besitzen wir schon zahlreiche Resultate der Geometrie, welche für einen Raum von beliebig vielen Dimensionen gelten.

Neben den Betrachtungsweisen der nichteuklidischen Geometrie boten sich aber auch noch andere Wege, um zu einer Ausdehnung des Raumbegriffes auf mehr als drei Dimensionen zu gelangen. Namentlich hätte die von alters her bekannte und seit Descartes, wie im Eingange erwähnt, zur Auffindung neuer Wahrheiten planmässig ausgenutzte Anwendung des Zahl- und Massbegriffes auf die Geometrie schon längst zur Ausführung jener Verallgemeinerung führen können, wenn nur irgend eine zwingende Veranlassung dazu sich geboten hätte. Bedenkt man nämlich, dass eine einfache Zahl a die Länge einer gemessenen Strecke darstellt, die zweite Potenz dieser Zahl, a^2, den Flächeninhalt des über der Strecke a als Seite errichteten Quadrates, und die dritte Potenz a^3 den Rauminhalt des über diesem Quadrate als Grundfläche konstruierten Würfels, so entsteht naturgemäss die Frage nach der geometrischen Bedeutung der folgenden Potenzen a^4, a^5 u. s. w., und man sieht leicht,

dass diese Grössen die Resultate der einfachsten Inhaltsbestimmungen in den Räumen mit 4, 5 und mehr Dimension sind, sobald man sich nur entschliesst, diesen Räumen und den für sie geltenden Geometrieen das Bürgerrecht in der Geometrie zu gewähren, trotzdem dass die Anschauung uns hier überall im Stich lässt. — Da ferner eine Gleichung als algebraische Ausdrucksform für einen Punkt, eine Linie oder eine Fläche angesehen werden kann, je nachdem sie 1, 2 oder 3 veränderliche Grössen enthält, so ergiebt sich von selbst die Frage nach der geometrischen Bedeutung einer Gleichung mit 4 und mehr Veränderlichen. Und auch diese Bedeutung wird in den Räumen mit 4 und mehr Dimensionen gefunden. Wenn nun auch, wie gesagt, diese Ueberlegungen nicht die Veranlassung zur Aufstellung des Begriffs mehrdimensionaler Räume geworden sind, so sieht man doch, wie einfach diese Räume sich in den Rahmen geläufiger geometrischer Vorstellungen einfügen, und wie brauchbar sie sind, um die sonst nur in beschränkten Grenzen mögliche gegenseitige Verwandlung algebraischer und geometrischer Betrachtungen und Resultate beliebig weit auszudehnen.

Wir haben oben gesehen, dass die Geometrie ursprünglich den Charakter einer Erfahrungswissenschaft besitzt, und zwar nicht nur, weil die Ausgangspunkte ihrer Betrachtungen in dem Erfahrungsraume und der in demselben verteilten Körperwelt liegen, sondern auch, weil sie beständig in der Lage ist, die Richtigkeit ihrer Ergebnisse durch die Uebereinstimmung derselben mit den Thatsachen der Wirklichkeit messend zu kontrollieren. Da aber anderseits die geometrischen Gebilde neben ihrer Verkörperung (wozu auch Zeichnungen und alle sonstigen Hilfsmittel der Anschauung zu rechnen) auch eine ideale Existenz in unserem Geiste besitzen, und sogar erst in diesen gedachten und vorgestellten Gebilden ihre Eigenschaften in voller Reinheit zum Ausdruck kommen, so muss es nicht nur möglich sein, die Geometrie, wie längst üblich, in dem Sinne als reine Geisteswissenschaft auf-

zufassen und zu entwickeln, dass man, den Begriff des Weltraums und die Grundaxiome abgerechnet, von der Erfahrung gänzlich Abstand nimmt, sondern es muss auch möglich sein, die Anzahl der Dimensionen des betrachteten Gebietes (Gerade, Ebene oder Raum) als nebensächlich anzusehen und eine Geometrie zu entwerfen, deren Wahrheiten in jedem Gebiete von beliebig vielen Dimensionen gelten. Zu dieser abstrakten Wissenschaft würden dann unsere Geometrieen der Ebene und des Raumes in dem Verhältnis stehen, dass sie specielle Fälle derselben darstellen, welche in den Erscheinungen unserer Körperwelt ein reales Geltungsgebiet besitzen. Diese abstrakte Auffassung der geometrischen Wissenschaft ist nun in der That vor mehr als 40 Jahren durch Grassmann begründet und zur Durchführung einer solchen n-dimensionalen Geometrie, der „Ausdehnungslehre", verwendet worden, wozu allerdings eine besondere analytische Methode erforderlich war, die schliesslich von dem parallelen geometrischen Gedankenprozesse sich nur durch die äussere Form der Darstellung und die Terminologie unterscheidet. Es ist demnach im Ganzen ersichtlich, dass es sich bei diesem Unternehmen nicht nur um einen vierdimensionalen Raum, sondern um ein Gebiet mit beliebig vielen Dimensionen handelt, und dass in dieser abstrakten Geometrie der anscheinende Widerspruch, in welchen sich der Begriff eines mehr als dreidimensionalen Raumes mit den sonstigen Thatsachen der Geometrie setzt, völlig verschwindet.

Aus der Art und Weise, wie man zu dem Begriffe eines vier- und mehrdimensionalen Raumes gelangt, ergiebt sich nun auch die Methode, wie man diese anfänglich leeren Gebiete mit widerspruchsfreien geometrischen Gebilden füllen und an diesen Gebilden Eigenschaften erkennen kann. Es ist einfach die Methode der Analogie, die freilich mit umso grösserer Vorsicht gehandhabt werden muss, da die Kontrole der Anschauung, durch die wir in der Geometrie gewissermassen verwöhnt sind, *hier fehlt. Da wo man eine algebraische Grundlage für*

die geometrischen Untersuchungen hat, also namentlich in der analytischen Geometrie des Descartes, ist diese Methode der Analogieschlüsse eine ganz leichte und sichere; denn die Ausdehnung der algebraischen Betrachtungen auf mehrdimensionale Gebiete erfolgt nach bestimmten, allgemein anerkannten Gesetzen, und im Uebrigen kommt es nur noch darauf an, die Ergebnisse der Rechnung in die Sprache der Geometrie zu übertragen. Denn ebenso, wie man aus mehreren aufeinanderfolgenden Gliedern einer gesetzmässig gebildeten Zahlenreihe, z. B. 1, 4, 9, 16 . . . oder 1, 3, 6, 10 . . . auf die Grösse aller folgenden schliessen kann, ebenso ist auch das Verfahren, durch welches man aus der Gestalt der Gleichungen mit 1, 2 oder 3 veränderlichen Grössen auf die Existenz und die Eigenschaften der ihnen entsprechenden geometrischen Gebilde schliessen kann, vorbildlich für die Untersuchung von Gleichungen mit noch mehr Veränderlichen und die durch sie dargegestellten Gebilde.

Schwieriger wird der Fortschritt ins Mehrdimensionale da, wo die rechnerische Begründung dieses Fortschrittes nach der Natur der Sache ausgeschlossen oder nur künstlich zu erlangen ist. Ein Beispiel für diesen Fall bietet die Frage nach der Anzahl und Beschaffenheit der sogenannten regulären Gebilde, zunächst im vierdimensionalen Raume. Man weiss, dass es in der Ebene reguläre Vielecke von jeder beliebigen Seitenzahl giebt, die das gemeinsame Merkmal haben, dass ihre Flächen von lauter gleichlangen Strecken begrenzt werden, von denen immer je zwei in einem Eckpunkte, und zwar unter lauter gleichen Winkeln zusammenstossen. Die entsprechenden Gebilde des Raumes sind die regelmässigen Körper, die von kongruenten regelmässigen Vielecken begrenzt werden, von welchen in jeder Ecke des Körpers eine gleiche Anzahl zusammenstösst, während in allen Kanten je zwei Flächen unter gleichen Winkeln zusammentreffen. Solcher Körper giebt es bekanntlich nur fünf. Unter diesen werden drei von gleichseitigen Drei-

ecken begrenzt, von welchen in jeder Ecke drei (beim Tetraëder) oder vier (beim Oktaëder) oder fünf (beim Ikosaëder) zusammenstossen; einer (der Würfel oder das Hexaëder) wird von Quadraten, einer (das Dodekaëder) von regelmässigen Fünfecken begrenzt, wobei jedesmal drei Grenzflächen um eine Ecke gelagert sind. Es ist nun nachgewiesen, dass auch der vierdimensionale Raum ganz analoge regelmässige Gebilde besitzt, die ihrerseits wieder von regelmässigen Körpern begrenzt werden, und zwar so, dass bei jedem dieser Gebilde in allen Ecken und Kanten jedesmal gleich viele Grenzkörper zusammentreffen. Solcher Gebilde giebt es sechs, und zwar sind die Grenzkörper in drei Fällen Tetraëder, in je einem Falle Hexaëder, Oktaëder und Dodekaëder. Dehnt man diese Betrachtungen auf Räume von beliebig vielen Dimensionen aus, so findet sich, dass drei Arten regelmässiger Gebilde in jedem dieser Räume vertreten sind. Die erste Reihe von Gebilden beginnt in der Ebene mit dem gleichseitigen Dreieck, begrenzt von drei kongruenten Strecken; dann folgt im dreidimensionalen Raume das regelmässige Tetraëder (Vierflach), begrenzt von vier kongruenten gleichseitigen Dreiecken, und im vierdimensionalen Raume das sogenannte Fünfzell, begrenzt von fünf kongruenten regelmässigen Tetraëdern. Die zweite Reihe beginnt in der Ebene mit dem Quadrat (Viereck), begrenzt von vier kongruenten Strecken, setzt sich im dreidimensionalen Raume fort mit dem Würfel (Sechsflach), begrenzt von sechs kongruenten Quadraten, und im vierdimensionalen Raume mit dem Achtzell, begrenzt von acht kongruenten Würfeln. Die dritte Reihe beginnt in der Ebene ebenfalls mit dem Quadrate; es folgt im gewöhnlichen Raume das Oktaëder (Achtflach), begrenzt von acht kongruenten Dreiecken, und im vierdimensionalen Raume das Sechzehnzell, begrenzt von sechzehn Tetraëdern. Das Bildungsgesetz dieser drei Reihen von Gebilden ist nach diesen Angaben auch für die höheren Räume leicht zu erkennen.

Aber so einfach auch für das abstrakte Denken der

Fortschritt in den vierdimensionalen Raum sich oft gestaltet, immer wieder macht sich der Mangel an Anschaulichkeit bei allen Begriffen und Sätzen, welche diesen Raum betreffen, auf das Störendste geltend, und selbst geübte Forscher sind Irrtümern aus diesem Anlass nicht entgangen. Man hat daher auch nach verschiedenen Richtungen überlegt, wie wohl diesem Mangel abzuhelfen sei. Die gründlichste Abhilfe wäre freilich die, dass es uns gelänge, unsere geometrische Vorstellungskraft in der Weise auszubilden, dass es uns möglich würde, vierdimensionale Gebilde uns im Geiste ebenso vorzustellen, wie es mit den dreidimensionalen Gebilden der Fall ist. Man könnte nämlich so argumentieren: Dasjenige Sinnesorgan, welches in erster Linie uns geometrische Anschauungen vermittelt, das Auge, giebt uns ursprünglich auch nur die Eindrücke von Flächen, also zweidimensionalen Grössen. Nicht anders steht es mit dem das Auge unterstützenden Tastsinn. Trotzdem erwerben wir uns vom Beginn unseres Lebens an allmählich die Fähigkeit, die uns umgebende Körperwelt als eine dreidimensionale zu erkennen, und ebenso auch nach Belieben, ohne Zuhilfenahme des Auges, uns dreidimensionale Gebilde aller Art so anschaulich vorzustellen, wie wir es zum Zwecke geometrischer Einsicht nur verlangen können. Dass im übrigen diese letztere Fähigkeit, sich räumliche Dinge vorzustellen, je nach dem darauf verwandten Masse von Uebung eine sehr verschiedene sein kann, thut hier nichts zur Sache. An diese Thatsache liesse sich nun die Erwartung knüpfen, dass, wenn nicht das Auge, so doch vielleicht die geometrische Phantasie das erwähnte Vorstellungsvermögen so ausbilden könnte, dass zu dem hinzuerworbenen Sinne für die dritte Ausdehnung auch noch der für die vierte treten könnte. Es ist aber leicht einzusehen, dass dieser Gedanke gänzlich hoffnungslos ist. Dasjenige nämlich, was unsere Wahrnehmungsfähigkeit für dreidimensionale Dinge erzeugt und ausbildet, ist erstens die Erfahrung, welche wir teils mittelst des Auges durch die Bewegungserschei-

kann, so liegt der Grund darin, dass ein geübtes Auge sich von selbst ergänzt, was der Skizze zur Hervorbringung eines körperlichen Eindruckes fehlt, gerade so wie ein im Betrachten stereometrischer Zeichnungen geübtes Auge mit der einfachen Darstellung der Ecken und Kanten eines Körpers sich begnügt, um aus einer solchen Zeichnung den Eindruck des Räumlichen zu gewinnen.

Noch auffälliger und einfacher als an dem oben gegebenen Beispiele der Würfelzeichnung zeigt sich der Nutzen des Verfahrens, jedem Punkte der ebenen Zeichnung eines Körpers eine bestimmte Färbung zu geben, wenn ein gewöhnlicher Kreis als Bild einer Kugel betrachtet werden soll. Denn hier giebt die einfache Zeichnung auch dem geübten Auge durchaus keine Veranlassung, etwas Räumliches in ihr zu sehen, während eine zweckmässige Färbung aller Punkte durch abgestufte Farbentöne sofort ein plastisches Bild der Kugel erzeugt und die fehlende dritte Dimension ergänzt. An dieses Beispiel wollen wir denn auch anknüpfen, um Surrogate für die vierte Dimension zu betrachten. Wie nämlich die zweidimensionale Kreisfläche als Abbild des dreidimensionalen Kugelkörpers, so kann dieser wieder als Abbild eines analogen vierdimensionalen Gebildes betrachtet werden. Denken wir uns nun eine Kugel aus Sandstein, und alle Körnchen derselben in einer bestimmten Abstufung der Farbentöne gefärbt, so lässt sich sagen, dass in dieser Kugel, wenn sie als Abbildung jenes vierdimensionalen Gebildes gelten soll, die fehlende vierte Dimension ebenso durch die Farbe ersetzt wird, wie in dem Kreise als Abbildung der Kugel die fehlende dritte Dimension. — Aber hier entsteht sofort die Frage: Leistet in diesem Falle die Farbe etwas Aehnliches für die Anschauung oder Vorstellung wie vorhin? Keineswegs! Denn vorhin wurde durch die gefärbte Zeichnung eine bekannte Vorstellung geweckt, nämlich die des Anblicks, welchen eine wirkliche Kugel bietet. Hier aber handelt es sich darum, dass eine ganz neue, vorher un-

bekannte Vorstellung, nämlich die eines vierdimensionalen Körpers, erzeugt werden soll. Und das leistet das Surrogat der fehlenden Dimension nicht, mag es nun Farbe heissen, wie wir hier angenommen haben, oder Masse, oder Anziehung, oder wie sonst die Versuche heissen mögen, die man in dieser Richtung angestellt hat. Es scheint sogar, dass gerade aus einem Missverständnis derartiger Versuche die irrtümliche Auffassung stammt, als liege es im Begriff des vierdimensionalen Raumes, dass dem Weltraum oder den in ihm enthaltenen Gebilden eine vierte Dimension beigelegt werde.

Gleichwohl braucht man das eben beschriebene Verfahren nur von der überflüssigen und störenden Zuthat dessen zu befreien, was die vierte Dimension ersetzen soll, um ein auf dem Boden der reinen Mathematik wurzelndes Anschauungsmittel zu erlangen, welches alles das leistet, was man hier der Natur der Sache nach überhaupt von einem solchen verlangen kann. Es ist bereits hervorgehoben worden, wie eine ebene Zeichnung sehr wohl als Abbildung eines gewöhnlichen Körpers gelten kann, wobei zwar eine Dimension verloren geht, aber durch unser Vorstellungsvermögen wieder hineingetragen wird. Das Verfahren, durch welches eine solche Zeichnung zu stande kommt, ist die Projektion, über deren Begriff hier wohl nichts erörtert zu werden braucht. — Nehmen wir nun die schon oben erwähnte Zeichnung des Würfels wieder vor, nur mit dem Unterschiede, dass der Würfel jetzt als durchsichtig gelten soll, wodurch also sämtliche Ecken und Kanten in der Zeichnung zum Vorschein kommen. Gesetzt, es sei jemand, der diese Zeichnung betrachtet, nicht im stande, sie als Abbildung eines Körpers zu erkennen, indem sein räumliches Vorstellungsvermögen ihn hierbei im Stich liesse.*) Er wird gleichwohl, wenn er wenigstens weiss, was sie vorstellt, aus der Zahl der Ecken, Kanten und Flächen, und der

*) Dies kann auch einem geübteren Beobachter leicht begegnen, wenn die Zeichnung den Körper in einer ungewohnten Stellung zeigt.

kann, so liegt der Grund darin, dass ein g
sich von selbst ergänzt, was der Skizze
bringung eines körperlichen Eindruckes fehl
wie ein im Betrachten stereometrischer Zeic
übtes Auge mit der einfachen Darstellung
und Kanten eines Körpers sich begnügt, u
solchen Zeichnung den Eindruck des Räuml
winnen.

Noch auffälliger und einfacher als a
gegebenen Beispiele der Würfelzeichnung z
Nutzen des Verfahrens, jedem Punkte der e
nung eines Körpers eine bestimmte Färbu
wenn ein gewöhnlicher Kreis als Bild ein
trachtet werden soll. Denn hier giebt
Zeichnung auch dem geübten Auge durcha
anlassung, etwas Räumliches in ihr zu seh
eine zweckmässige Färbung aller Punkte du
Farbentöne sofort ein plastisches Bild der F
und die fehlende dritte Dimension ergänzt
Beispiel wollen wir denn auch anknüpfen,
für die vierte Dimension zu betrachten.
die zweidimensionale Kreisfläche als Abb
dimensionalen Kugelkörpers, so kann dieser
Abbild eines analogen vierdimensionalen G
trachtet werden. Denken wir uns nun eine
Sandstein, und alle Körnchen derselben in
stimmten Abstufung der Farbentöne gefärbt, s
sagen, dass in dieser Kugel, wenn sie als
jenes vierdimensionalen Gebildes gelten soll,
vierte Dimension ebenso durch die Farbe e
wie in dem Kreise als Abbildung der Kugel
dritte Dimension. — Aber hier entsteht sofort
Leistet in diesem Falle die Farbe etwas Ae
die Anschauung oder Vorstellung wie vorhin
wegs! Denn vorhin wurde durch die gefärbt
eine bekannte Vorstellung geweckt, nämlich
blicks, welchen eine wirkliche Kugel bietet.
handelt es sich darum, dass eine ganz neue,

bekannte Vorstellung, nämlich die eines vierdimensionalen Körpers, erzeugt werden soll. Und das leistet das Surrogat der fehlenden Dimension nicht, mag es nun Farbe heissen, wie wir hier angenommen haben, oder Masse, oder Anziehung, oder wie sonst die Versuche heissen mögen, die man in dieser Richtung angestellt hat. Es scheint sogar, dass gerade aus einem Missverständnis derartiger Versuche die irrtümliche Auffassung stammt, als liege es im Begriff des vierdimensionalen Raumes, dass dem Weltraum oder den in ihm enthaltenen Gebilden eine vierte Dimension beigelegt werde.

Gleichwohl braucht man das eben beschriebene Verfahren nur von der überflüssigen und störenden Zuthat dessen zu befreien, was die vierte Dimension ersetzen soll, um ein auf dem Boden der reinen Mathematik wurzelndes Anschauungsmittel zu erlangen, welches alles das leistet, was man hier der Natur der Sache nach überhaupt von einem solchen verlangen kann. Es ist bereits hervorgehoben worden, wie eine ebene Zeichnung sehr wohl als Abbildung eines gewöhnlichen Körpers gelten kann, wobei zwar eine Dimension verloren geht, aber durch unser Vorstellungsvermögen wieder hineingetragen wird. Das Verfahren, durch welches eine solche Zeichnung zu stande kommt, ist die Projektion, über deren Begriff hier wohl nichts erörtert zu werden braucht. — Nehmen wir nun die schon oben erwähnte Zeichnung des Würfels wieder vor, nur mit dem Unterschiede, dass der Würfel jetzt als durchsichtig gelten soll, wodurch also sämtliche Ecken und Kanten in der Zeichnung zum Vorschein kommen. Gesetzt, es sei jemand, der diese Zeichnung betrachtet, nicht im stande, sie als Abbildung eines Körpers zu erkennen, indem sein räumliches Vorstellungsvermögen ihn hierbei im Stich liesse.*) Er wird gleichwohl, wenn er wenigstens weiss, was sie vorstellt, aus der Zahl der Ecken, Kanten und Flächen, und der

*) Dies kann auch einem geübteren Beobachter leicht begegnen, wenn die Zeichnung den Körper in einer ungewohnten Stellung zeigt.

kann, so liegt der Grund darin, dass ein geübtes Auge sich von selbst ergänzt, was der Skizze zur Hervorbringung eines körperlichen Eindruckes fehlt, gerade so wie ein im Betrachten stereometrischer Zeichnungen geübtes Auge mit der einfachen Darstellung der Ecken und Kanten eines Körpers sich begnügt, um aus einer solchen Zeichnung den Eindruck des Räumlichen zu gewinnen.

Noch auffälliger und einfacher als an dem oben gegebenen Beispiele der Würfelzeichnung zeigt sich der Nutzen des Verfahrens, jedem Punkte der ebenen Zeichnung eines Körpers eine bestimmte Färbung zu geben, wenn ein gewöhnlicher Kreis als Bild einer Kugel betrachtet werden soll. Denn hier giebt die einfache Zeichnung auch dem geübten Auge durchaus keine Veranlassung, etwas Räumliches in ihr zu sehen, während eine zweckmässige Färbung aller Punkte durch abgestufte Farbentöne sofort ein plastisches Bild der Kugel erzeugt und die fehlende dritte Dimension ergänzt. An dieses Beispiel wollen wir denn auch anknüpfen, um Surrogate für die vierte Dimension zu betrachten. Wie nämlich die zweidimensionale Kreisfläche als Abbild des dreidimensionalen Kugelkörpers, so kann dieser wieder als Abbild eines analogen vierdimensionalen Gebildes betrachtet werden. Denken wir uns nun eine Kugel aus Sandstein, und alle Körnchen derselben in einer bestimmten Abstufung der Farbentöne gefärbt, so lässt sich sagen, dass in dieser Kugel, wenn sie als Abbildung jenes vierdimensionalen Gebildes gelten soll, die fehlende vierte Dimension ebenso durch die Farbe ersetzt wird, wie in dem Kreise als Abbildung der Kugel die fehlende dritte Dimension. — Aber hier entsteht sofort die Frage: Leistet in diesem Falle die Farbe etwas Aehnliches für die Anschauung oder Vorstellung wie vorhin? Keineswegs! Denn vorhin wurde durch die gefärbte Zeichnung eine bekannte Vorstellung geweckt, nämlich die des Anblicks, welchen eine wirkliche Kugel bietet. Hier aber handelt es sich darum, dass eine ganz neue, vorher un-

bekannte Vorstellung, nämlich die eines vierdimensionalen Körpers, erzeugt werden soll. Und das leistet das Surrogat der fehlenden Dimension nicht, mag es nun Farbe heissen, wie wir hier angenommen haben, oder Masse, oder Anziehung, oder wie sonst die Versuche heissen mögen, die man in dieser Richtung angestellt hat. Es scheint sogar, dass gerade aus einem Missverständnis derartiger Versuche die irrtümliche Auffassung stammt, als liege es im Begriff des vierdimensionalen Raumes, dass dem Weltraum oder den in ihm enthaltenen Gebilden eine vierte Dimension beigelegt werde.

Gleichwohl braucht man das eben beschriebene Verfahren nur von der überflüssigen und störenden Zuthat dessen zu befreien, was die vierte Dimension ersetzen soll, um ein auf dem Boden der reinen Mathematik wurzelndes Anschauungsmittel zu erlangen, welches alles das leistet, was man hier der Natur der Sache nach überhaupt von einem solchen verlangen kann. Es ist bereits hervorgehoben worden, wie eine ebene Zeichnung sehr wohl als Abbildung eines gewöhnlichen Körpers gelten kann, wobei zwar eine Dimension verloren geht, aber durch unser Vorstellungsvermögen wieder hineingetragen wird. Das Verfahren, durch welches eine solche Zeichnung zu stande kommt, ist die Projektion, über deren Begriff hier wohl nichts erörtert zu werden braucht. — Nehmen wir nun die schon oben erwähnte Zeichnung des Würfels wieder vor, nur mit dem Unterschiede, dass der Würfel jetzt als durchsichtig gelten soll, wodurch also sämtliche Ecken und Kanten in der Zeichnung zum Vorschein kommen. Gesetzt, es sei jemand, der diese Zeichnung betrachtet, nicht im stande, sie als Abbildung eines Körpers zu erkennen, indem sein räumliches Vorstellungsvermögen ihn hierbei im Stich liesse.*) Er wird gleichwohl, wenn er wenigstens weiss, was sie vorstellt, aus der Zahl der Ecken, Kanten und Flächen, und der

*) Dies kann auch einem geübteren Beobachter leicht begegnen, wenn die Zeichnung den Körper in einer ungewohnten Stellung zeigt.

Art ihrer Verteilung aneinander im stande sein, allerlei Angaben über den Körper zu machen, und so von der Figur Nutzen zu ziehen. Werden, wie es in der darstellenden Geometrie geschieht, in gesetzmässiger Weise zwei oder drei solcher Projektionszeichnungen hergestellt, so können dieselben sogar überhaupt zur wissenschaftlichen Erforschung der Eigenschaften des dargestellten Körpers benutzt werden. In ganz entsprechender Weise kann nun auch von einem vierdimensionalen Gebilde, namentlich wenn es von gewöhnlichen, ebenflächigen Körpern begrenzt ist, eine Projektion im dreidimensionalen Raume hergestellt werden. Wie bei der gewöhnlichen ebenen Projektionszeichnung eines Körpers, so werden auch bei der Herstellung der Projektion eines vierdimensionalen Gebildes nur die Kanten, und zwar durch Drähte, resp. Fäden zur Darstellung gebracht, so dass die Projektion sich als ein räumliches Liniennetz darstellt. Auf diese Weise hat z. B. der Verfasser die oben erwähnten regelmässigen Körper des vierdimensionalen Raumes zur Anschauung gebracht. Das einfachste dieser Projektionsmodelle besteht aus einem Draht-Tetraëder, in welchem ein innerer Punkt durch Fäden mit den vier Ecken verbunden ist. Wie es nun überhaupt möglich ist, von Gebilden, die man sich nicht einmal vorstellen kann, erstens die theoretische Existenz zu beweisen, und zweitens zuverlässige Projektionen derselben herzustellen, diese Frage kann in dem Raume dieses Aufsatzes nicht beantwortet werden, würde auch zu sehr in das specielle Gebiet der Mathematik hinübergreifen. Es ist im allgemeinen von diesen räumlichen Projektionsgebilden nur noch zu sagen, dass genau so, wie bei den oben beschriebenen Projektionszeichnungen, eine Dimension des dargestellten Gebildes verloren geht, dass aber diese Dimension nicht durch unser räumliches Vorstellungsvermögen ersetzt werden kann, weil uns eben dieses Vermögen hinsichtlich der vierten Dimension im Stich lässt. Sie leisten also dem Beobachter dieselben Dienste wie jene Zeichnungen, vorausgesetzt, dass die letzteren

vom Verstande als richtige Abbildungen begriffen, vom Auge aber nicht als solche erkannt werden.

Die im Vorstehenden gelegentlich mitgeteilten Proben vierdimensionaler Gebilde können als Bausteine zu einer Geometrie des vierdimensionalen Raumes angesehen werden. Und nachdem wir in der Projektion dieser Gebilde auf den dreidimensionalen Raum auch ein Hilfsmittel der Anschauung gewonnen haben, wie wir es in analoger Weise auch in der Stereometrie benutzen, wenn wir ebene Zeichnungen der betrachteten Raumgebilde anfertigen, so sehen wir, dass die wissenschaftliche Entwickelung einer solchen vierdimensionalen Geometrie keineswegs ausser dem Bereich der Möglichkeit liegt. Thatsächlich ist auch in den letzten beiden Jahrzehnten auf diesem Gebiete nach allen Richtungen, sowohl in niederer wie in höherer Geometrie, so vieles geleistet worden, dass der Abschluss wenigstens der elementaren Geometrie des vierdimensionalen Raumes nicht mehr fern zu liegen scheint.

Diese „Zukunftsgeometrie" wird allerdings mangels jeder Anwendbarkeit auf Verhältnisse der Wirklichkeit niemals die Wichtigkeit und Bedeutung der Geometrie der Ebene und des Raumes erlangen, und auch in ihrer Eigenschaft als formales Bildungsmittel unseren Schulen fernbleiben, es müsste denn sein, dass in einer künftigen Generation die Entlastung von unmodernem Lehrstoff eine noch ungeahnte Steigerung des Vorstellungs- und Abstraktionsvermögens zur Folge hätte.

Dahingegen ist der rein wissenschaftliche Nutzen der geometrischen Betrachtungen und Resultate auf vier- wie auf mehrdimensionalem Gebiete keineswegs gering anzuschlagen. Denn nicht nur wird der Zusammenhang analoger Wahrheiten in den Gebieten der geraden Linie, der Ebene und des gewöhnlichen Raumes besser begriffen, wenn wir diese Gebiete als Anfangsglieder einer ganzen Reihe von Gebieten kennen lernen; wir vermögen auch aus Resultaten der mehrdimensionalen Geometrie durch Specialisierung und andere Mittel neue Wahrheiten der gewöhnlichen Geometrie abzuleiten, zu denen ein andererWeg

nur schwer aufzufinden wäre. Dazu kommt, dass jede Fortentwickelung eines Zweiges der mathematischen Wissenschaft auch auf andere Zweige befruchtend und fördernd einwirkt, die mit jenem, sei es als Anwendungsgebiete, sei es als Hilfswissenschaften, zusammenhängen.

Aus dem, was wir bisher über den vierdimensionalen Raum gesagt haben, ist nun wohl ersichtlich, dass er das Interesse des Mathematikers erregen kann; allein die weite Verbreitung, welche wenigstens die Kenntnis seines Namens im grösseren Publikum erlangt hat, würde sich hieraus noch lange nicht erklären. Denn naturgemäss sind es nicht die Resultate der reinen Wissenschaft, sondern erst ihre Anwendungen auf Verhältnisse der Wirklichkeit, welche die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf sich ziehen. Und es ist vorhin ausdrücklich betont worden, wie sehr gerade die vierdimensionale Geometrie von praktischen Anwendungen entfernt ist. Wie nun trotzdem der Begriff des vierdimensionalen Raumes mit gewissen Problemen, die uns im Weltraume begegnen, theoretisch zusammenhängt, dieser Frage wollen wir im Folgenden näher treten.

Zunächst giebt es Probleme der ebenen Geometrie, die sich nicht in der Ebene allein erledigen lassen, sondern nur unter Zuhilfenahme des dreidimensionalen Raumes. Legen wir z. B. zwei einseitig schwarz gefärbte Papierblätter so aufeinander, dass die schwarzen Seiten oben liegen, schneiden gleichzeitig aus beiden ein ungleichseitiges Dreieck aus, und legen dann diese beiden Dreiecke, die schwarzen Seiten wieder nach oben gewendet, auf eine Ebene, so können dieselben durch einfaches Verschieben in der Ebene zu vollständiger Deckung gebracht werden. Man nennt sie in diesem Falle kongruent. Lagen dagegen die Papierblätter etwa so aufeinander, dass die schwarzen Seiten einander von innen berührten, so können die beiden (in diesem Falle symmetrisch genannten) Dreiecke, wenn sie ebenso wie oben auf die Ebene gebracht worden sind, nicht mehr durch blosse Verschiebung zur Deckung gelangen. Man muss

vielmehr das eine derselben vorher so umklappen, dass die weisse Seite oben liegt, und diese Umklappung ist nur dadurch möglich, dass das Dreieck aus der Ebene in den Raum hinaus gebracht, dort umgewendet, und endlich wieder in die Ebene zurückversetzt wird. — Eine ganz analoge Aufgabe bietet der Raum selbst. Ziehen wir nämlich auf den weissen Seiten zweier Papierblätter der vorigen Art von einem Punkte des Randes aus zwei Linien, welche mit dem Rande auf beiden Blättern gleiche Winkel bilden, falten dann beide Blätter längs dieser Linien so, dass die schwarzen Flächen nach aussen kommen, und befestigen die offenen Ränder jedes Blattes aneinander, so entstehen zwei kongruente dreiseitige Ecken, die so ineinander geschoben werden können, dass Scheitelpunkte, Kanten und Flächen der einen sich mit denen der andern vollständig decken. Faltet man dagegen das eine der beiden Blätter längs derselben Linien so, dass die weisse Fläche nach aussen kommt, so sind die beiden Ecken symmetrisch, d. h. sie lassen sich trotz Gleichheit aller ihrer Winkel nicht mehr ineinander schieben. Man schliesst nun durch Analogie wie folgt: Gerade so, wie eins von zwei symmetrischen Dreiecken dadurch zur Deckung mit dem andern gebracht werden kann, dass man es erst aus der gemeinschaftlichen Ebene herausnimmt, in den dreidimensionalen Raum bringt, dort umkehrt (d. h. Ober- und Unterseite vertauscht) und dann wieder in die Ebene zurücktransportiert, geradeso könnten wir, wenn uns ein vierdimensionaler Raum zur Verfügung stände, und die Möglichkeit, Gegenstände in denselben hinein zu versetzen, gegeben wäre, die eine von zwei symmetrischen Ecken erst aus unserem Weltraume in diesen vierdimensionalen Raum bringen, dort umkehren (d. h. Innen- und Aussenseite vertauschen) und dann in unseren Raum zurückbringen, worauf die Deckung der beiden Ecken durch Ineinanderschieben gelingen würde. Diese Operation würde möglich sein, ohne irgendwie die Gestalt der Ecke zu ändern und nachträglich wieder herzustellen. Wenn freilich dieses

letztere Verfahren zugestanden wird, dann kann eine solche Papierecke, selbst ohne den Zusammenhang ihrer Oberfläche zu zerstören, auch im gewöhnlichen Raume umgekehrt werden. Sehr nahe liegt hier der Vergleich der beiden symmetrischen Ecken mit einem Handschuhpaar, dessen ebenfalls symmetrisch gestaltete Glieder dadurch kongruent gemacht werden können, dass man durch Umkehrung die Innenseite des einen zur Aussenseite, und so z. B. aus dem linken Handschuh einen zweiten rechten macht. Ein geschickter Taschenspieler könnte, indem er den linken Handschuh verschwinden lässt, und dann statt desselben einen zweiten rechten produziert, uns glauben machen, er habe die Umkehrung auf die vorher beschriebene Weise im vierdimensionalen Raume vollzogen oder vollziehen lassen, wohin unser Blick natürlich nicht reicht. Alles selbstverständlich unter der Voraussetzung, dass wir entweder den Glauben an die wirkliche Existenz des vierdimensionalen Raumes schon mitbringen, oder durch dieses Experiment uns in diesen Glauben versetzen lassen. Theoretisch wäre unter dieser Voraussetzung nichts gegen die vorgebrachte Erklärung einzuwenden.

Ein anderes Beispiel. Zeichnen wir einen Kreis auf der Ebene, setzen die Spitze der Feder, die uns einen Punkt bedeuten soll, in das Innere des Kreises, und lassen, indem wir die Spitze der Feder auf dem Papier vorwärts rücken lassen, diesen Punkt sich bewegen. Wollen wir den Punkt aus dem Innern des Kreises herausbringen, ohne dass er die Ebene verlassen soll, so muss er nothwendig irgendwo die Kreislinie passieren, d. h. die Spitze der Feder muss die Kreislinie kreuzen. Heben wir aber die Feder vorher auf und setzen ihre Spitze ausserhalb der Kreisfläche auf dem Papier nieder, so ist unser Punkt von innen nach aussen gekommen, ohne die Kreislinie zu passieren, er hat dieselbe offenbar dadurch umgangen, dass er sich aus der Ebene in den Raum hinausbewegte, um nach erfolgter Umgehung in die Ebene zurückzukehren. Dabei ist zu beachten, dass

der Uebergang in den Raum an jeder beliebigen Stelle der Kreisfläche erfolgen kann, und dass der Punkt für ein Auge, welches ihn nur in der Ebene sucht, so lange verschwindet, als er ausserhalb derselben im Raume verweilt. — Denken wir uns jetzt eine vollständig geschlossene hohle Glaskugel, und innerhalb derselben einen beweglichen Punkt; derselbe mag durch ein Schrotkorn dargestellt sein. Offenbar kann dieser Punkt aus dem von der Kugelfläche eingeschlossenen Raume nur dadurch nach aussen kommen, dass die Kugelfläche irgendwo durchbrochen wird. Hätten wir aber einen vierdimensionalen Raum, so würden wir dieselbe Wirkung ohne Verletzung der Kugelfläche erzielen können, wenn wir den Punkt da, wo wir ihn gerade vorfänden, in den vierdimensionalen Raum versetzten, ihn hier die Kugelfläche umgehen liessen, und ihn endlich ausserhalb derselben irgendwo in den gewöhnlichen Raum zurückversetzten. Ohne Schwierigkeit ist hieraus das Recept zu entnehmen, nach welchem der Taschenspieler, der uns dieses Wunder vorführen will, zu verfahren hat, indem er nämlich zwei äusserlich ganz gleiche Kugeln, von denen die eine das Schrotkorn enthält, mit einander verwechselt.

Eine dritte, sehr bekannt gewordene und vielumstrittene Aufgabe möge als letztes Beispiel dienen. Man kann in einem mit zwei offenen Enden versehenen Stück Band eine einfache Schlinge oder einen Knoten anbringen, und ebenso diese Gebilde wieder auflösen. Sind dagegen die beiden Enden aneinander befestigt, so dass das Band die Gestalt einer geschlossenen oder in sich zurückkehrenden Linie hat, so ist weder das eine noch das andere möglich. Auch diese, im dreidimensionalen Raume unlösbaren Aufgaben könnten, natürlich ohne die Geschlossenheit des Bandes aufzuheben, oder sonst irgendwie den Kern der Aufgabe zu umgehen, im vierdimensionalen Raume gelöst werden, und das in den Weltraum zurückversetzte Band würde im ersten Falle mit der Schlinge versehen, im zweiten von derselben

befreit, wieder in die Erscheinung treten. Der Beweis für die theoretische Richtigkeit dieser Behauptung ist auf streng mathematischem Wege erbracht worden, und jeder Mathematiker kann sich ohne Schwierigkeit durch Verfolgung der gar nicht weitläuftigen, allerdings hier nicht mitteilbaren Rechnung davon überzeugen. Auch sonst hält es eben nicht schwer, mancherlei im gewöhnlichen Raume unlösbare Raumprobleme anzugeben, die unter Zuhilfenahme des vierdimensionalen Raumes ihre Erledigung finden würden.

Aber ebenso leicht ist auch einzusehen, dass alle diese Lösungen nur in der geometrischen Phantasie bestehen können. Dort freilich sind sie gleichwertig mit zahllosen anderen Konstruktionen und Lösungen von Aufgaben, die man eben auch nur in Gedanken ausführt, wie (um nur einige ganz einfache Beispiele anzuführen) das Legen einer Ebene durch drei Punkte des Raumes, die Konstruktion einer Kugelfläche mit gegebenem Radius aus einem Punkte des Raumes. Ja selbst unsere Zeichnungen von Linien und Figuren auf einer Ebene entsprechen ja keineswegs genau den reinen geometrischen Konstruktionen unserer Phantasie, sondern sind nur mehr oder weniger grobe Veranschaulichungsmittel für das Auge. Und der einzige Unterschied zwischen den eben genannten Arten von Konstruktionen und denjenigen, welche den vierdimensionalen Raum zu Hilfe nehmen, besteht darin, dass wir uns die letzteren eben nicht vorzustellen und daher auch nicht, ihrer richtigen Beschaffenheit entsprechend, zu veranschaulichen im Stande sind. — Indem wir nun insbesondere die mathematischen Gesetze, welche wir an den von uns ausgedachten und durch Zeichnungen oder Modelle veranschaulichten Körperformen entdecken, in der uns umgebenden Körperwelt verwirklicht und bestätigt finden, so geben auch umgekehrt die noch unerklärten Erscheinungen dieser Körperwelt uns Anlass, verborgenen mathematischen Gesetzen nachzuspüren, und ebenso veranlassen uns Aufgaben, welche wirklich vorhandene Körper aller Art betreffen, die Lösungen dieser

Aufgaben an den entsprechenden mathematischen, d. h. gedachten Körpern auf mathematischem Wege zu suchen. Soll nun eine so gefundene Lösung in die Wirklichkeit umgesetzt, d. h. an wirklich vorhandenen Körpern ausgeführt werden, so ist es eine unerlässliche Voraussetzung, dass dazu nur das uns allein zugängliche Gebiet des Weltraums in Anspruch genommen wird. Reicht dieses Gebiet zur Lösung einer solchen praktischen Aufgabe nicht aus, muss vielmehr der vierdimensionale Raum dazu herangezogen werden, so ist die Aufgabe eine für uns absolut unlösbare. — Werden dennoch vor unseren Augen solche im Weltraum unlösbare Aufgaben, wie die oben beschriebenen, gelöst, so handelt es sich eben um eine Täuschung unserer Gesichtswahrnehmung, d. h. um ein mehr oder weniger interessantes Taschenspielerkunststück.

Durch die letzten Betrachtungen haben wir uns der Grenze genähert, wo die Kompetenz der exacten Wissenschaft in Sachen des vierdimensionalen Raumes aufhört, und das freie unbegrenzte Feld beginnt, auf welchem sich willkürlich und ohne zwingenden Grund erdachte Hypothesen tummeln, abergläubische Vorstellungen, welche den Inhalt dieser Hypothesen als Wahrheit betrachten, und endlich gewissenlose Spekulationen, welche sich bemühen, wider besseres Wissen jene abergläubischen Vorstellungen zu verbreiten.

Ist nämlich der Mann, welcher vor unseren Augen das Schrotkorn aus der geschlossenen Kugel herauseskamotiert, ehrlich, so zeigt er uns entweder, wie er die Täuschung durch natürliche Handgriffe in unserem Raume zu stande gebracht hat, oder er lässt uns wenigstens die Ueberzeugung, dass er unsere Wahrnehmung auf eine wenn auch von uns nicht begriffene Weise getäuscht hat. — Will er sein Kunststück würzen, so kann er dazu einen Vortrag halten, etwa wie folgt: „Verehrtes Publikum, Ihr gesunder Menschenverstand sagt Ihnen, dass weder ich noch ein anderer Sterblicher im Stande ist, das Schrotkorn, welches Sie in dieser Glaskugel liegen

letztere Verfahren zugestanden wird, dann kann eine
solche Papierecke, selbst ohne den Zusammenhang ihrer

sie, uns selbst unsichtbar, ebenfalls zum Verschwinden bringen, indem er sie in den vierdimensionalen Raum versetzt, dort wird er sie von dem Schrotkorn befreien, und dann wird beides, die Kugel und das herausgenommene Schrotkorn, plötzlich wieder vor Ihren Augen erscheinen." — Ist nun nach dieser Vorbereitung das Kunststück geglückt, und hat der Künstler seinen Vortrag mit dem Humor und dem Tone der leisen Selbstironie gehalten, welcher dem Zuschauer die Ueberzeugung giebt, dass der Künstler zwar im Ernste seine Augen, aber nur im Scherz seinen Verstand habe täuschen wollen, so werden die Zuschauer die oratorische Zugabe als eine passende geistige Würze des Kunststückes betrachten. — Sollte aber einer unter ihnen sein, der dem Redner alles auf's Wort geglaubt hat, und dem nun eine vorher ungeahnte Perspective in eine vierdimensionale Geisterwelt und einen möglichen Verkehr mit derselben aufgegangen ist, so ist dieser Mann ein Spiritist geworden, und zwar ein ehrlicher, der wirklich glaubt, was er gesehen und gehört, und was er selbst vielleicht andere glauben machen will. — Wenn endlich der oben erwähnte Künstler den Anspruch erhebt, dass alles, was er zur Erklärung seines Kunststückes sagt, von den Zuschauern für wahr gehalten werden soll, und wenn er diese seine vermeintlichen Ueberzeugungen auch im Ernste anderen beizubringen sucht, so ist er ebenfalls ein Spiritist, aber einer von der schlimmen Sorte derjenigen, welche unter dem Deckmantel der Wissenschaft das in dieser Wissenschaft nicht genügend bewanderte oder sonst leichtgläubige Publikum zu täuschen versuchen.

Wir können jetzt die Popularität des vierdimensionalen Raumes begreifen. Denn wir sehen ja diesen Begriff durch den Spiritismus in Zusammenhang gebracht mit derjenigen Frage, die von jeher den denkenden Geist wie keine andere beschäftigt hat und beschäftigen wird, so lange es Menschen giebt: mit der Frage nach unserer Fortexistenz nach dem Tode. Fassen wir lediglich die eine Behauptung des Spiritismus, dass die Seelen im vierdimensionalen

Raume weiterexistieren, als eine der zahlreichen Hypothesen auf, welche zur Beantwortung dieser Frage aufgestellt worden sind, so ist die Annahme dieser Hypothese, wie so vieles Andere, wofür kein direkter Beweis erbracht werden kann, eben Sache des Glaubens. Wenn aber wirklich jemand im Ernste die Verbreitung dieses Glaubens sich wollte angelegen sein lassen, dann würde er besser thun, ein ehrliches ignorabimus auszusprechen, als wie der Spiritist es macht, ein aller Wissenschaft und Erfahrung hohnsprechendes Beweisverfahren einzuschlagen, welches nicht nur alle Augenblicke als Täuschung entlarvt wird, sondern selbst dem Gläubigen die Aussicht auf eine Zukunft verleiden müsste, in der er keinen Augenblick sicher wäre, von seinen ehemaligen Mitmenschen citiert und zur Verübung von allerlei Unfug und Albernheiten missbraucht zu werden.

Ueberlassen wir also den vierdimensionalen Raum den Mathematikern, die schon seit einer ganzen Reihe von Jahren sich in demselben häuslich eingerichtet und eine wahrhaft fruchtbringende und für die Fortentwicklung der Wissenschaft nützliche Thätigkeit darin entfaltet haben. Unterscheiden wir aber vor allen Dingen zwischen diesem rein abstrakten Gebilde geometrischer Ueberlegung, welches uns nirgends in Widersprüche mit anerkannten Gesetzen verwickelt, und dem Raum der Spiritisten, welcher ohne weiteres als wirklich existierend angenommen und mit unserem Weltraum in einen Zusammenhang gesetzt wird, der zwar zum Teil theoretisch richtig begründet ist, dagegen in seinem Anspruch auf wirkliche Existenz mit den durch jahrtausendelange Erfahrung bestätigten Gesetzen unserer Weltordnung in Widerspruch gerät und daher zu verwerfen ist. Mit dieser Gegenüberstellung dürfte der Begriff des vierdimensionalen Raumes hinreichend geklärt sein.

2

Das

Rechnen an den Fingern und Maschinen

von

Prof. Dr. A. Schubert

Separat-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1888
Verlag von Hermann Riemann.

I.

Jeder, der längere Zeit unter weniger kultivierten Völkern gelebt und mit ihnen verkehrt hat, wird gewiss beobachtet haben, dass dieselben vielmehr als wir beim Zählen und Rechnen die Finger und andere Hilfsmittel wie Rechenbretter, Perlschnüre, Muscheln und dergleichen benutzen. Während wir uns beim Zählen und Rechnen mehr auf unser Gedächtnis und auf die zu Papier gebrachten und methodisch zusammengestellten Ziffern verlassen, besitzen namentlich die handeltreibenden Negervölker eine so grosse Gewandtheit, sowohl ihre Finger wie auch andere als Recheneinheit geltende Dinge beim Rechnen zu verwerten, dass wir uns wundern müssen, wie solche Völker, ohne den gewaltigen Vorteil unserer Rechenmethoden, so schnell das berechnen können, was sie im Handel von uns zu fordern haben. Ebenso begegnen wir auch bei den Russen und bei den Chinesen einer derartigen Geschicklichkeit im instrumentalen Rechnen, d. h. im Rechnen mit Hilfe der Finger, des Rechenbrettes oder ähnlicher Hilfsmittel. Ueber diese Erscheinungen können wir uns nicht wundern, wenn wir daran denken, dass unsere Kinder an den Fingern oder an Rechenstäbchen zählen und rechnen lernen, und dass überhaupt unsere auf der Grundzahl Zehn beruhende Zählweise in nichts anderem ihren Ursprung hat, als darin, dass der Mensch nun einmal zehn Finger besitzt und auf niedrigster Kulturstufe lediglich mit Benutzung seiner Finger oder anderer Dinge, die ihm leicht zur Hand waren, zählen und rechnen gelernt hat. Wie sich unkultivierte Völker beim Fingerrechnen zu helfen wissen, wenn die zu bestimmende Zahl über zehn hinausgeht, erzählt Schrumpf in der Zeitschrift der deutschen morgenländischen Gesellschaft, Band XVI, S. 463 bei der Beschreibung einer südafrikanischen Völkerschaft in folgen-

der Weise. „Beim Aufzählen, wenn es über hundert geht, müssen in der Regel immer drei Mann zusammen die schwere Arbeit verrichten. Einer zählt dann an den Fingern, welche er einen nach dem anderen aufhebt und damit den zu zählenden Gegenstand andeutet und womöglich berührt. Der Zweite hebt seine Finger für die Zehner auf, immer mit dem kleinen Finger der linken Hand beginnend und fortlaufend bis zum kleinen Finger der rechten Hand. Der dritte Mann endlich hat die Hunderter durch seine Finger darzustellen". Von anderen Völkerschaften erzählt man, dass sie sich die Abzählung von mehr als zehn Dingen dadurch erleichtern, dass sie in der Richtung des Zählens abwechseln. Ist nämlich mit dem kleinen Finger der rechten Hand die Zehn angedeutet, so beginnt man mit ebendemselben, allein aufgehoben, die nächste Zehnzahl, um dieses Mal nach links sie fortzusetzen, d. h. der kleine Finger der linken Hand vollendet die Zwanzig und wird zugleich wieder Anfang der nächsten Zehnzahl. Natürlich muss bei dieser Zahlenangabe, wenn es nicht um ein allmähliches Entstehen, sondern um ein einmaliges Ausdrücken einer Zahl sich handelt, besonders angedeutet werden, dass und wie oft Zehn vollendet wurde, was etwa so geschehen kann, wie bei den Zulukaffern, die in solchem Falle beide Hände mit ausgestreckten Fingern wiederholt zusammenschlagen. Wenngleich die letztgenannte Methode der Versinnlichung einer Zahl insofern einfach ist, als sie nur die Hände eines Einzigen beschäftigt, so steht sie doch begrifflich viel tiefer, als die vorher beschriebene von Schrumpf erzählte Methode, bei welcher drei oder gar mehr Menschen nötig sind, um die Zahl klarzustellen. Denn der Einzelne kommt durch die Zehnzahl der menschlichen Finger allerdings dazu, die Gruppe zehn als eine besonders hervortretende zu erkennen, aber, wie oft diese Gruppe selbst auch erzeugt werde, jede Neu-Erzeugung ist für ihn der anderen ebenbürtig. Ganz anders bei der Methode stufenmässiger Darstellung durch mehrere Personen. Wie der Erste, so hat der Zweite und der

Dritte nur je zehn Finger; aber während jeder Finger des Ersten nur eins bedeutet, stellt jeder Finger des Zweiten eine zehnmal so grosse Einheit dar, und jeder Finger der Dritten gilt wieder das Zehnfache von dem, was ein Finger des Zweiten galt. Man erkennt deutlich, dass diese Art des Zählens an den Fingern unmittelbar zu dem führt, was wir jetzt Zahlensystem nennen, sobald man nur das Verfahren seiner Umständlichkeit entkleidet, und den einfachen Grundgedanken herausschält. Aehnlich den modernen Naturvölkern, haben auch alle Kulturvölker des Altertums sowohl ein Fingerrechnen wie auch ein instrumentales Rechnen gehabt. Ja, sie haben die Praxis des Rechnens mit diesen Hilfsmitteln sogar oft zu einer hohen Vollkommenheit entwickelt. Es dürfte deshalb von kulturgeschichtlichem Interesse sein, die verschiedenen Völker hinsichtlich ihres Fingerrechnens näher zu beleuchten, sowie die Entwicklung der Rechenmaschine kennen zu lernen, von dem einfachen mit Steinchen bedeckten Brett bis zu den komplizierten, aber äusserst praktischen Räderwerken, welche man Arithmometer oder Rechenmaschinen moderner Konstruktion nennt.

Das älteste Kulturvolk, über das wir einigermassen Bescheid wissen, die Aegypter, galten in den Volkssagen der Griechen als die Erfinder der Rechenkunst. So erzählt Diogenes Laertius, dass die Aegypter das Feldmessen, die Sternkunde und die Arithmetik erfunden hätten. Ferner schreibt Plato im Phädros dem Gott Thot der Aegypter die Erfindung der Zahl, des Rechnens, der Geometrie und der Astronomie zu. Auch Aristoteles bezeichnet in seiner Metaphysik Aegypten als die Heimat der Rechenkunst, und erklärt die Thatsache, dass vorzugsweise die ägyptischen Priester die Rechenkunst und die Mathematik pflegten, damit, dass Priester am meisten Zeit haben. Gegen die Ansicht, dass die Aegypter die Rechenkunst erfunden hätten, giebt Josephus zwar zu, dass die Aegypter die Rechenlehrer der Griechen gewesen seien, behauptet aber weiter, dass die Aegypter die Arithmetik von Abraham gelernt hätten, der diese Wissen-

schaft ebenso wie die Astronomie von Chaldäa geholt und nach Aegypten gebracht hätte. Doch ist diese Bemerkung des Josephus, den Zeugnissen des Plato und des Aristoteles gegenüber, nicht bloss als komisch, sondern auch als völlig irrig anzusehen. Dass nun das alte Kulturvolk der Aegypter, das jedenfalls den Griechen als Lehrmeister im Rechnen galt, in ältester Zeit das Fingerrechnen gepflegt haben muss, geht mit grösster Wahrscheinlichkeit aus den Abbildungen hervor, welche R. Lepsius in den Abhandlungen der Berliner Akademie 1865 veröffentlicht hat, und welche sich auf die altägyptische Elle und ihre Einteilung beziehen. Auf diesen Ellen, die in mehreren Exemplaren vorhanden sind, sind die Zahlen von eins bis fünf durch die fünf Finger der linken Hand, welche allmählich vom kleinen Finger an, ausgestreckt werden, dargestellt. Zur Bezeichnung der Zahl sechs dient dann die rechte Hand mit ausgestrecktem Daumen bei sonst geschlossenen Fingern u. s. w. Man hat darauf aufmerksam gemacht, dass die dieser Zahlbezeichnung zu Grunde liegende Zählweise vom kleinen Finger links, der eins bedeutet, bis zum kleinen Finger rechts, der zehn bedeutet, in überraschender Weise mit der oben beschriebenen Zählweise südafrikanischer Negerstämme übereinstimmt, und hat darin einen neuen Beleg dafür sehen wollen, dass die Bildung in Afrika eine nordsüdliche Richtung genommen hat, indem bei der geringen geistigen Bildung der Negerrassen die altägyptischen Methoden Jahrtausende brauchten, um bis in die südlichsten Breiten allmählich durchzusickern. Der gesunde Menschenverstand wird einer derartigen, mehr kühnen als durchdachten Hypothese sofort gegenüberhalten, dass kein Grund vorhanden ist, warum nicht das Fingerrechnen überhaupt bei allen Völkern durchaus urwüchsig sein soll, da der Mensch doch nun einmal allenthalben Finger besitzt, und dass die Uebereinstimmung in der Reihenfolge, wo doch nur zwei Möglichkeiten der Reihenfolge, von links nach rechts oder von rechts nach links, denkbar sind, ebenso wahrscheinlich ist wie die Nicht-Uebereinstimmung. Viel-

leicht spricht für das Fingerrechnen der alten Aegypter auch die in einer Pariser Sammlung ägyptischer Altertümer vorhandene rechte Hand mit teilweise umgelegten Fingern. Sicherer noch als das Fingerrechnen ist das instrumentale Rechnen bei den Aegyptern festgestellt. Denn Herodot berichtet aus eigener Anschauung (Bd II, S. 36), dass die Aegypter mit Benutzung von Steinen sich das Rechnen erleichterten, indem sie die Steinchen in ihrer Lage zu einander veränderten. Ob sie die Steinchen dabei auf einem Rechenbrett, wie die Griechen und Römer, bewegten, ist zweifelhaft. Doch ist dies anzunehmen, wenn man den Begriff des Rechenbrettes etwas weiter fasst. Man kann nämlich das Gemeinsame in den verschiedenen Formen, welche bei so vielen Völkern und in fern liegenden Zeiten als Rechenhilfsmittel dienten, darin erkennen, dass auf irgend eine Weise bezeichnete Räume hergestellt sind, auf denen jedes Zeichen einen Erinnerungswert erhält, abhängig sowohl von dem Zeichen selbst als auch von dem Orte, wo es sich befindet. Das Wesentliche in dem Begriff des Rechenbrettes ist also die Benutzung zweier Dimensionen, um dem Gedächtnis beim Rechnen zu Hilfe zu kommen. Dass die Aegypter in diesem weiteren Sinne Rechenbretter gehabt haben, geht, wenn nicht aus der erwähnten Stelle des Herodot, so doch wohl aus einem Papyrus hervor, auf dem uns eine Rechnung aus der Zeit des dem vierzehnten Jahrhundert vor Christo angehörigen Königs Meneptah I. erhalten ist, eine Rechnung, auf welcher die Zahlen durch kleine Kreise dargestellt sind, die in ähnlicher Weise angeordnet sind, wie die Steinchen auf einem Rechenbrett. In noch weiterer Bedeutung des Wortes kann man auch sagen, dass die alten Peruaner in ihren Knotenschnüren das Prinzip des Rechenbrettes benutzten. Die Schnüre waren oft von verschiedener Farbe. Die rote Schnur bedeutete alsdann Soldaten, die weisse Silber, die grüne Getreide u. s. w., und die Knoten an den Schnüren bedeuteten, je nachdem sie einfach, doppelt oder noch mehrfach verschlungen waren, je zehn, hundert oder

tausend u. s. w. Aehnlicher Knotenschnüre bedienten sich früher die Chinesen. Ob man hierin das Prinzip des Rechenbrettes angewendet sehen will oder nicht, hängt davon ab, wie weit man den Begriff desselben ausdehnt. Das Rechenbrett im engeren Sinne setzt nämlich voraus, dass der Wert, welchen eine einheitliche Bezeichnung, sei es ein Strich oder ein Steinchen oder was auch immer, an unterschiedenen, leicht erkennbaren Stellen erhält, sich nach den aufeinanderfolgenden Stufen des zu Grunde gelegten Zahlsystems verändert, dass also im Dezimalsysteme bei wagerechter oder senkrechter Anordnung der Reihen, in welchen die Steinchen gelegt werden, jedes solches Steinchen einer Verzehnfachung unterworfen wird, sofern es von einer Horizontalreihe beziehungsweise von einer Vertikalreihe, in die benachbarte Reihe gleicher Art verschoben wird. Derartige Rechenbretter waren, wenn nicht in Aegypten und Babylonien, so doch in Griechenland allgemein üblich. Es lohnt sich, auf das instrumentale Rechnen der Griechen, über das wir ziemlich genau Bescheid wissen, etwas näher einzugehen.

Die Kolumnen des griechischen Rechenbrettes waren senkrecht gegen den Rechner gezogen. Die zur Verwendung kommenden Steinchen hiessen *ψῆφοι*. Dass aus diesem Wort das Verbum *ψηφίζειν*, welches überhaupt „rechnen" bedeutet, abgeleitet wurde, ist wohl ein Beweis dafür, dass das Rechenbrett nicht bloss von Mathematikern benutzt wurde, sondern in allgemeinem Gebrauch war. Das Rechenbrett selbst hiess *ἄβαξ*, ein Wort, über dessen Etymologie sich die Gelehrten nicht einig sind. Die Einteilung in Kolumnen können wir deutlich an dem aus griechischer Vorzeit uns erhaltenen Gemälde der Darius-Vase in Neapel erkennen. Auf dieser Vase sieht man einen Rechner, der auf einer Tafel den Tribut zu buchen scheint, welcher dem Darius dargebracht wird. Jede Kolumne hat ein früh-griechisches Zahlzeichen als Ueberschrift. Diese Zeichnung spricht natürlich nicht dafür, dass ein Rechenbrett bei den Persern üblich war,

sondern dafür, dass die Griechen es handhabten, da ja anzunehmen ist, dass der Künstler griechische Gewohnheiten ins Ausland übertrug, unbekümmert darum, ob er damit vielleicht der Wahrheit widersprach. Dass die Kolumnen auf den griechischen Rechenbrettern wirklich den Zweck hatten, den zum Rechnen dienenden Marken einen in verschiedenen Kolumnen verschiedenen Stellungswert zu verleihen, das bezeugen uns mehrere Schriftsteller. Von Solon wird uns mitgeteilt, er habe denjenigen, der bei Tyrannen Ansehen besitze, mit dem Steine beim Rechnen verglichen, der bald mehr, bald weniger bedeute, ebenso wie jemand bald mehr, bald weniger Achtung bei Tyrannen geniesse. Einen ähnlichen Vergleich stellt der im zweiten Jahrhundert vor Christo lebende Geschichtsschreiber Polybios (im fünften Buche) an. Derselbe fügt dann hinzu, dass die Marken auf dem Abax bald einen Chalkus, bald ein Talent bedeuteten. Ein solches Rechenbrett für Geldberechnungen befindet sich auch auf einem uns erhaltenen griechischen Denkmale, der Tafel von Salamis, welche sogar neun Kolumnen enthält, die erste für Talente, d. h. 6000 Drachmen, und die weiteren für 1000, 100, 10, 1 Drachmen, sowie für ein Obolos, d. h. ein sechstel Drachme, halbe Obole, drittel Obole und sechstel Obole oder Chalkus. Dass ausser dem Rechnen auf dem Abax auch das Fingerrechnen in Griechenland üblich war, geht vielleicht schon aus der Existenz des Verbums πεμπάζειν = zählen hervor; denn dieses Verbum kommt von dem griechischen Worte für fünf und verrät daher, dass man zum Zählen die fünf Finger jeder Hand gebrauchte. Deutlicher noch drückt dies eine Stelle in den „Wespen" des Aristophanes aus, welche ausspricht, dass man Rechnungen mit kleineren Zahlen an den Fingern auszuführen pflegte. Sonst findet sich in der klassischen griechischen Litteratur keine Andeutung über das Fingerrechnen. Wohl aber hat der im 14. Jahrhundert lebende Gelehrte Rhabda von Smyrna eine mehrfach gedruckte Abhandlung über das Fingerrechnen geschrieben. Rhabda schildert ausführlich, wie

man durch Beugung der Finger die einzelnen Zahlen darstellte. Die Finger der linken Hand dienten zur Bezeichnung der Einer und Zehner, die der rechten Hand zur Bezeichnung der Hunderter und Tausender, und zwar war die Aufeinanderfolge des Stellenwerts von links nach rechts derart festgehalten, dass der kleine Finger, der Ringfinger und der Mittelfinger der linken Hand für die Einer, der Zeigefinger und der Daumen derselben Hand für die Zehner in Bewegung gesetzt wurden, dagegen Daumen und Zeigefinger der rechten Hand für die Hunderter und endlich die drei letzten Finger die Tausender zu vertreten hatten. So konnte man durch die zehn Finger mit Benutzung der Beugung derselben schliesslich alle Zahlen unter zehntausend darstellen, was für den praktischen Gebrauch ausreichen musste und überdies mit den Umständen übereinstimmte, dass in der griechischen Sprache das Wort für zehntausend das höchste einfache Zahlwort war. Freilich galt diese von Rhabda beschriebene Benutzung der Finger mehr einer Darstellung und Mitteilung der Zahlen, als einem wirklichen Rechnen.

II.

Eine grössere Ausbildung als bei den Griechen gewann das instrumentale Rechnen bei den praktischen Römern, obwohl diese in der eigentlichen Mathematik so gut wie nichts leisteten. Schon die ältesten Ueberlieferungen sprechen von Zahldarstellungen vermittelst der Finger. Nach Plinius (Hist. nat. XXXIV, 16) soll König Numa Pompilius ein Standbild des Janus haben errichten lassen, dessen Finger die Zahl 355 als Zahl der Jahrestage andeuteten. Auch lässt Martianus Capella die als Göttin auftretende Arithmetik die Zahl 717 mittels der Finger darstellen. Neben diesen Angaben ganz bestimmter durch Fingerbeugung angedeuteter Zahlen kann man noch viele Stellen römischer ' steller aus den verschiedensten Zeiten anführ

das Fingerrechnen im allgemeinen bestätigen. Die rechte Hand, sagt Plautus im Miles gloriosus, bringt die Rechnung zusammen. Mit Wort und Fingern lässt Suetonius die Goldstücke abzählen. Bei Quintilius ist von einem Falschrechnen durch unsichere oder ungeschickte Beugung der Finger die Rede. Dieses Fingerrechnen der Römer hat sich nun von Jahrhundert zu Jahrhundert, grösstenteils wohl durch mündliche Ueberlieferung, fortgepflanzt. Einen Beleg dafür giebt das von dem englischen Mönche Beda im Jahre 703 verfasste Werk über Zeitrechnung, dessen erstes Kapitel der Fingerrechnung gewidmet ist. Beda leitet dieses Kapitel mit den Worten ein: „Wir halten es für nöthig, erst in Kürze die überaus nützliche und stets bereite Geschicklichkeit der Fingerbeugungen zu zeigen, um dadurch eine möglich grösste Leichtigkeit des Rechnens zu geben. „Ausführlich lehrt dann der Verfasser, wie man, von der linken Hand beginnend und zur rechten fortschreitend, die einzelnen Zahlen darzustellen und zu verknüpfen habe. Es ist anzunehmen, dass dieses Fingerrechnen erst allmählich wieder ausser Gebrauch kam, als die indisch-arabische Schreibweise der Zahlen, und die darauf beruhenden, bequemeren Rechenmethoden beim Ausgang des Mittelalters mehr und mehr in das Volk drangen. Doch kann man noch heute Spuren des römischen Fingerrechnens bei den Völkerschaften der unteren Donau finden. Man bedient sich dort der Finger, um zu finden, was herauskommt, wenn man zwei zwischen fünf und zehn liegende Zahlen multipliziert. Die Finger jeder der beiden Hände erhalten vom Daumen bis zum kleinen Finger beziehungsweise die Worte sechs bis zehn. Hat man nun zwei Zahlen, wie etwa 8 und 9 zu multiplizieren, so streckt man den die Zahl 8 darstellenden Mittelfinger der einen Hand vor und ebenso den die Zahl 9 darstellenden Ringfinger der andern Hand. Die Anzahlen für die nach dem kleinen Finger hin übrigen Finger beider Hände, hier 2 und 1 Finger, werden dann multipliziert, die Anzahlen der anderen Finger, hier 3 und 4, dagegen

addiert. Dann giebt die letztere, durch Addition entstandene Zahl, hier 7, die Zehner, die erstere, durch Multiplikation entstandene Zahl, die Einer des gewünschten Resultats 72. In der That ist das Zehnfache von a—5 plus b—5 vermehrt um 10—a mal 10—b nach den Regeln der Arithmetik immer soviel, wie a mal b, und daraus erklärt sich, dass das angegebene Verfahren immer zu einem richtigen Resultate führt. Der Zweck des Verfahrens ist natürlich der, dem Gedächtnis das Auswendigbehalten des kleinen Einmaleins von 6 mal 6 bis 9 mal 9 zu ersparen. Man bemerke übrigens, dass dabei sechsmalsechs als sechszehnundzwanzig, sechsmalsieben als zwölfunddreissig erscheint. Dass dieses Verfahren auf römischen Ursprung zurückzuführen ist, wird um so begreiflicher, wenn man beachtet, dass die römische Schreibweise der Zahlen von 6—9, nämlich VI, VII, VIII oder IIX, VIIII oder IX naturgemäss zur Beachtung gerade derjenigen beiden Zahlen führen musste, welche den Abstand einer Zahl von V und von X angeben.

Nächst dem Fingerrechnen war bei den Römern das Rechnen auf dem Rechenbrette üblich und bildete sogar einen wichtigen Gegenstand des Elementarunterrichts. Dieses Rechenbrett, nach dem griechischen ἄβαξ von den Römern abacus genannt, war bisweilen mit Staub bedeckt, sodass man darauf einerseits geometrische Figuren aller Art entwerfen konnte, andrerseits aber auch durch Ziehen gerader Linien eine Einteilung in Kolumnen vornehmen konnte, welche, mit Steinchen, calculi, belegt, zum Rechnen dienten. Ausser diesem noch unvollkommenen Rechenbrett gab es aber auch bei den Römern einen Abakus mit Einschnitten und Knöpfchen, die in diesen Einschnitten verschiebbar waren. Die genauere Beschreibung derartiger altrömischer Rechenmaschinen, die sich bis auf den heutigen Tag erhalten haben, findet man bei Becker-Marquart, Handbuch der römischen Alterthümer, V, 100. Sie dienten nur dem Rechnen, waren von Metall, und hatten 8 längere und 8 kürzere Einschnitte, sodass immer ein kürzerer Einschnitt in der

Verlängerung eines längeren nach oben lag. In den Einschnitten waren bewegliche Stifte mit Knöpfen, und zwar in einem der längeren 5, in den übrigen längeren 4 Stifte, während die kürzeren Einschnitte nur einen Stift nebst Knopf enthielten. Jeder längere Einschnitt war oben, also nach der Seite hin, wo der kürzere Einschnitt ihn fortsetzte, mit einer Ueberschrift versehen. Unterhalb der Tafel waren behufs bequemerer Aufstellung Füsschen angebracht. Beim Gebrauch mussten die Einschnitte senkrecht zum Rechner laufen. Die Marken in jedem längeren Einschnitte bedeuteten einzelne Einheiten einer bestimmten Art, während jede Marke des darüber befindlichen kürzeren Einschnitts fünf solcher Einheiten zählte. Nur der erste kürzere Einschnitt von rechts bildete eine Ausnahme, indem jede darin befindliche Marke 6 Einheiten zählte, entsprechend dem darunter befindlichen längeren Einschnitt, der 5 statt 4 Stifte enthielt. Diese rechts als erste liegende Kolumne diente für das Rechnen mit Bruchteilen der Einheit. Die übrigen sieben Einschnitte trugen in nach links dekadisch aufsteigender Reihenfolge die Ueberschriften: eins, zehn, hundert, tausend, zehntausend, hunderttausend, millionen. Da die Römer ihre Münzen und Masse gern in zwölf Teile einteilten, so diente die erste Kolumne von rechts zum Rechnen mit Unzen, d. h. Zwölfteln. Je nachdem man einen Stift eines kürzeren Einschnitts nach der Mitte zog oder nicht, galt er als fünffache beziehungsweise sechsfache Einheit mit. So konnte man alle Zahlen von 1 bis 9 999 999 nebst allen dazu gehörigen Brüchen mit dem Nenner zwölf leicht darstellen. Beim Addieren musste man natürlich darauf achten, dass man immer zwölf Einheiten der letzten Kolumne durch eine gegen die Mitte vorgeschobene Marke der nächsten Kolumne ersetzte, dass man in den übrigen Kolumnen aber immer für zehn Einheiten eine Einheit der vorhergehenden Kolumne nahm. Jede nach der Mitte geschobene Marke wurde immer als giltig, jede oben oder unten befindliche als ungiltig betrachtet, wie die folgende Zeichnung zeigt,

welche die Abbildung der Zahl $1328^2/_3 = 1328^8/_{12}$ auf dem römischen Abakus verdeutlichen soll:

Römisches Rechenbrett

Neben der am weitesten nach rechts liegenden Kolumne für die Unzen, d. h. Zwölftel, war bisweilen noch eine weitere rechtsliegende Kolumne mit drei Einschnitten vorhanden, von denen die beiden oberen mit je einer Marke, die unterste mit zwei Marken versehen waren. Diese Einschnitte bezogen sich auf die Zählung von halben Unzen, d. h. Vierundzwanzigsteln, viertel Unzen, d. h. Achtundvierzigsteln und drittel Unzen, d. h. Sechsunddreissigsteln. Diese Erweiterung gestattete schliesslich die Berücksichtigung aller möglichen Brüche mit den Nennern 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 18, 24, 36, 48 und aller derjenigen Brüche, die sich durch Heben auf die eben genannten Nenner zurückbringen lassen. Es ist klar, dass auf einem solchen Rechenbrette, wie auf jedem ähnlichen Apparate mit festen Marken, Additionen und Subtraktionen leicht vollzogen werden konnten. Wollte man multiplizieren oder dividieren, so war es nötig, die Zahlen, an welchen jene Operationen vorgenommen werden sollten, besonders, etwa schriftlich, anzumerken, und der Abakus vermittelte nur die Vereinigung der Teilprodukte, beziehungsweise die Subtraktionen der aus den Teilquotienten entstandenen Zahlen. Dabei war ein Kopfrechnen mit Benutzung des Einmaleins nicht zu umgehen, und bei diesem fand vielleicht die oben beschriebene, noch heute bei den Südslaven übliche Finger-Multiplikation Anwendung. Jedenfalls wurde das kleine Einmaleins bis fünfmalfünf, vielleicht aber auch bis zehnmalzehn, den römischen Knaben in ähnlicher Weise eingepaukt, wie den Kindern der Gegenwart. Denn viele römische Schriftsteller, z. B. (Horaz in de arte poetica, v. 325) berichten, dass die Knaben in den Schulen Kopfrechnen lernten, ferner, dass demjenigen, der an einer Schule vorüberging, die einförmigen Töne des bis bina quattuor (zweimalzwei ist

vier), welches die Knaben gemeinsam herzusingen (decantare) hatten, entgegenzudringen pflegten, und dass damit noch andere Misstöne sich häufig genug vereinigten nämlich das Klatschen der Rute oder der Peitsche und das Heulen der in so eindringlicher Weise unterrichteten Schüler. Das im Gedächtnis befindliche kleine Einmaleins konnte im Verein mit dem Rechenbrett ausreichen, um Multiplikationen von kleineren Zahlen auszuführen. Kamen aber Multiplikationen von grösseren Zahlen oder kompliziertere Berechnungen vor, so nützte dem ungeübten Rechner weder Einmaleins noch Rechenbrett. Für solche Fälle gab es tabellarisch geordnete Rechentabellen, sogenannte Rechenknechte. Zwar ist uns kein alt-römischer, wohl aber ein spät-römischer Rechenknecht erhalten, dem wahrscheinlich ältere Tabellen-Werke als Muster gedient haben. Es ist dies der Calculus des um 450 nach Christi Geburt lebenden Victorius, eines Gelehrten, der sich auch durch Herausgabe eines canon paschalis, d. h. einer Anleitung zur Auffindung des richtigen Osterdatums berühmt gemacht hat.

Eine wesentliche Vervollkommnung erfuhr das römische Rechenbrett durch Boethius, jenen einflussreichen römischen Patrizier, der auf Veranlassung des Ostgothen-Königs Theodorich 524 enthauptet, neuerdings durch Felix Dahn's „Kampf um Rom“, dem grösseren Publikum bekannter geworden ist. Das von Boethius eingeführte Rechenbrett, hatte zwar auch Kolumnen, wie die älteren Rechenbretter. Während aber bis dahin die Ausfüllung der Kolumnen durch gleichgestaltete Marken erfolgte, deren jede die der Kolumne zugehörige Vervielfachung erfuhr, waren die Marken (apices) bei Boethius von verschiedener Gestalt, und jede hatte eine Bezeichnung, welche ihr den Wert einer der neun Zahlen von 1 bis 9 verlieh. So näherte sich das Prinzip des Rechenbretts schon mehr dem Prinzip des Stellenwerts, nach welchem wir heute unsere Zahlen schreiben. Dass aber zwischen beiden Prinzipien noch eine gewaltige Kluft lag, beweist der von 1000 bis 1200 geführte Kampf

zwischen den Abacisten und Algorithmikern, d. h. denen, welche sich von dem römischen Rechnen auf dem Rechenbrett nicht trennen wollten, und denen, welche die auf dem Prinzip des Stellenwerts und eines Zeichens für Null beruhende, indisch-arabische Schreibweise der Zahlen pflegten und für das Rechnen verwerteten. Vom sechsten bis dreizehnten Jahrhundert begegnen wir noch häufig dem Gebrauch des römischen Rechenbretts, so z. B. bei dem im Jahre 999 zum Papste (Sylvester II) gewählten, berühmten Mathematiker Gerbert. Dann aber verdrängten die indischen Methoden, Zahlen zu schreiben, und mit ihnen zu rechnen, mehr und mehr den römischen Abakus oder vielmehr, sie machten denselben mehr und mehr entbehrlich. Damit soll aber nicht gesagt sein, dass vom dreizehnten Jahrhundert an Rechenbretter überhaupt ausser Gebrauch kamen, sondern nur, dass die oben beschriebenen, beiden römischen Einrichtungen, sowohl die ältere, wie die des Boethius, allmählich abkamen. Im 16. Jahrhundert waren z. B. in Deutschland hölzerne Rechenbretter gebräuchlich, auf denen Marken nicht nach römischer Art in Rinnen liefen, sondern frei beweglich waren. Diese Bretter dienten zur Entlastung des Gedächtnisses beim Rechnen, namentlich aber als praktische Veranschaulichungsmittel beim ersten Rechenunterricht, der zur Zeit des Adam Riese (1550) „auff der Linien“ begann, und erst später „auff der Federn“, d. h. mit geschriebenen Ziffern, fortgesetzt wurde.

Ob sich auch die orientalischen Völker im Altertum bereits instrumentaler Hilfsmittel beim Rechnen bedienten, darüber wissen wir nicht viel. Namentlich wissen wir von dem Volke, welches für das Rechnen am begabtesten war, von den Indern, nicht, ob sich dieselben der Finger oder eines Rechenbretts bedient haben, ehe sie die Welt mit derjenigen Schreib- und Rechenweise der Zahlen beschenkten, welche dann Gemeingut aller Kulturvölker wurde. Von den Arabern wissen wir aus einem kleinen Lehrgedichte eines Verwaltungsbeamten Schams addin al Mansili, dass dieselben an den

Fingern zu rechnen pflegten. Genau in derselben Reihenfolge, wie es in der oben erwähnten Schrift des Rhabda von Smyrna auseinandergesetzt ist, wurden auch bei den Arabern die Einer und Zehner an der linken, die Hunderter und Tausender an der rechten Hand dargestellt. Ob aber die Araber Rechenbretter hatten, ist uns nicht bekannt. Wohl aber wissen wir dies von den Chinesen, nur dass die darauf bezügliche Zeitangabe chinesischen und deshalb zweifelhaften Ursprungs ist. Wie nämlich einem Minister des Kaisers Huângtì, der im 27. Jahrhundert geherrscht haben soll, die Erfindung der Schrift zugeschrieben wird, so soll ein anderer Minister desselben Kaisers der Erfinder des Swán pân, genannten chinesischen Rechenbretts sein. Dasselbe ist in China jedenfalls seit vielen Jahrhunderten in Gebrauch. Es besteht aus Drähten, die in einen Rahmen eingespannt sind, parallel miteinander laufen, und verschiebbare Kugeln tragen. Der erste Draht fasst die Einer, der zweite die Zehner u. s. w. Ein fester, durch jene Drähte gehender Querdraht teilt sie in zwei Teile, welche, 2 und 5 Kugeln enthaltend, den Haupt- und Neben-Kolumnen des römischen Abakus entsprechen, so dass eine Kugel auf der einen Seite eins, auf der anderen fünf bedeutet. Wie ausnahmslos sich die Chinesen ihres Swán pân bedienten, ist schon daraus zu entnehmen, dass in den Lehrbüchern der eigentlichen Rechenkunst über Addition und Subtraktion gar keine Vorschriften gegeben sind, doch wohl nur, weil man diese Rechnungsarten mit der Hand auszuführen gewohnt war. Dieses chinesische Rechenbrett ist im Reiche der Mitte noch heute sehr gebräuchlich, wie Herr Goschkewitsch in seinem Werke über China (A. d. Russischen, Berlin 1858, Bd. I, S. 296) und Herr Westphal in den Mitteilungen für Völkerkunde in Ostasien (1875, S. 43) bestätigen. Dieselben Verfasser erzählen auch, dass geübte chinesische Rechner mit den vier Fingern der rechten Hand auf ihrem Rechenbrette wie auf einem musikalischen Instrumente agieren, darauf ganze Zahlen-

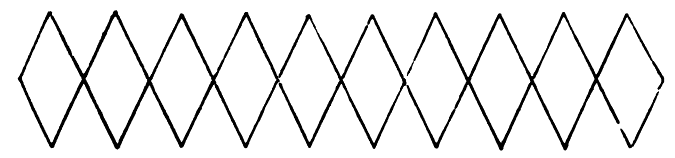
Akkorde zu greifen im stande sind, und im Schnellrechnen grossartiges leisten. Auch in Russland ist dasselbe Rechenbrett in vielen Kaufmannsläden zu finden, freilich mit der Abänderung, dass sich auf jedem Draht oder Stab zehn Kugeln befinden. Von dort wurde es durch den berühmten französischen Mathematiker Poncelet, der es während seiner Kriegsgefangenschaft 1812 kennen gelernt hatte, in die französischen Elementarschulen eingeführt, wo es den Namen boullier erhielt. Auch in deutschen Schulen haben derartige Einrichtungen vielfach Eingang gefunden, um den elementaren Rechen-Unterricht zu unterstützen. Eine der chinesischen Additionsmaschine ähnliche Einrichtung haben auch die Japaner, sie bezeichnen sie mit dem Namen soroban. Dieser Soroban, ebenso wie der chinesische Swanpan unterscheiden sich von dem römischen Abacus im wesentlichen nur dadurch, dass die untere Hälfte jeder Kolumne bei den Römern vier, bei den Ostasiaten fünf Einheiten hat. Streng genommen, sind nur vier Einheiten nötig, da ja fünf Einheiten bei den Römern wie bei den Ostasiaten durch eine Marke der oberen Hälfte der betreffenden Kolumne zu ersetzen sind.

Ehe wir zu den eigentlichen Rechenmaschinen übergehen, wie sie seit zwei Jahrhunderten existieren, müssen wir noch einmal kurz die Vorteile und Mängel der bisher besprochenen. einfachen Rechen-Apparate hervorheben. Die vollkommendsten derselben enthalten mehrere Drähte mit je neun darin verschiebbaren Kugeln. Die Kugeln des ersten Drahts zählen die Einer, die des zweiten die Zehner, die des dritten die Hunderter, u. s. w. Mit solchen Apparaten kann man bequem addieren und subtrahieren, und zwar vollziehen sich mit der dem Summand oder Subtrahend entsprechenden Verschiebung der Kugeln die Additionen und Subtraktionen von selbst, wenn nur so oft als nötig zehn Einerkugeln durch eine Zehnerkugel oder umgekehrt ersetzt werden, und entsprechend zehn Zehnerkugel gleichwertig mit einer Hunderterkugel betrachtet werden. Will man mit einem solchen Apparat

multiplizieren oder dividieren, so kommt es darauf an, ob der Rechner das Einmaleins im Kopf beziehungsweise auf einer Tafel vor sich hat oder nicht. Wenn nicht, so muss die Multiplikation durch wiederholte Addition, die Division durch wiederholte Subtraktion auf dem Rechenbrett ausgeführt werden. Immerhin bietet das Rechenbrett dann den Vorteil, dass der Rechner die Produkte nicht zu späterer Addition oder Subtraktion aufzuschreiben oder unter Anspannung des Geistes sofort zu addieren oder zu subtrahieren hat, sondern sie addieren oder subtrahieren sich mit der Eintragung von selbst. Die Hauptmängel dieser Rechen-Apparate bestanden demnach im wesentlichen in zweierlei, erstens darin, dass der Rechner fortdauernd die Zehner-Uebertragung auf die nächste Reihe selbst vorzunehmen hatte, wobei leicht Irrtümer unterlaufen konnten, zweitens darin, dass diese Apparate beim Multiplizieren und Dividieren nur indirekte und deshalb sehr geringe Dienste leisteten, da sie eben, ihrer Natur nach, nur zum Addieren und Subtrahieren tauglich waren. Es war dem berühmten Philosophen und Mathematiker Blaise Pascal vorbehalten, im Jahre 1643 eine Erfindung zu machen, welche dem ersten der beiden soeben gerügten Mängel vollständig abhalf. Und deshalb gilt Pascal mit Recht als der Erfinder der ersten eigentlichen Rechenmaschine. Die Pascal'sche Maschine, über welche man in den Oeuvres complètes von Pascal (Paris 1866, Band III) näheres findet, befreit den Rechner von der lästigen Zehner-Uebertragung, indem die Maschine diese Arbeit selbst ausführt. Ein zweiter nicht minder berühmter Philosoph und Mathematiker, Leibnitz, verbesserte dann im Jahre 1673 die Pascal'sche Rechenmaschine derartig, dass nun auch dem zweiten Mangel abgeholfen war. Denn die Maschine von Leibnitz bewerkstelligte sowohl die Zehner-Uebertragung wie auch die Ausführung der Multiplikationen automatisch. Die Leistungen, die äusserliche Beschreibung und Abbildung der Leibnitz'schen Rechenmaschine sind im ersten Bande der Abhandlungen der Berliner Akademie (Mis-

cellanea Berolinensia) niedergelegt. Die genauere Konstruktion wurde nur wenigen Auserwählten gezeigt, was jedoch genügte, die Tradition in engeren Kreisen zu erhalten. Die Maschine selbst blieb bis zum Jahre 1873, also genau bis zu ihrem 200jährigen Jubiläum, verschollen, in welchem Jahre sie in einer Modellkammer der Göttinger Universität entdeckt wurde. Es stellte sich heraus, dass die alte Leibnitz'sche Maschine nur in ganz untergeordneten Dingen von den später erfundenen Rechenmaschinen abwich. Von diesen sind viele nur in ganz wenigen Exemplaren hergestellt und bald wieder in Vergessenheit geraten. Nur die Maschinen von Thomas, besonders seit der ersten Pariser Weltausstellung bekannt, und die Nachahmungen derselben haben es zu einer fabrikmässigen Herstellung gebracht und werden jetzt, oft unter dem französischen Namen Arithmomètre, bei grossen Verwaltungen, wissenschaftlichen und technischen Unternehmungen, sowie von Banken und Assekuranz-Anstalten stellenweise angewendet. Allen diesen Maschinen haftet der Mangel an, dass die Widerstände zu ungleichmässig sind, und dadurch rasche Bewegungen verhindert werden. Um diesem Mangel abzuhelfen und zugleich mehrere nicht unwichtige Vervollkommnungen einzuführen, hat neuerdings Herr Professor Eduard Stelling eine in der Zeitschrift „Vom Fels zum Meer" ausführlich beschriebene, neue Rechenmaschine ersonnen, welche, wenn sie hält, was sie verspricht, was nach der Beschreibung zu erwarten ist, alle früheren Rechenmaschinen an praktischer Brauchbarkeit übertrifft. Namentlich ist bei dieser Stelling'schen Maschine erreicht, dass nicht für jede Einheit einer Multiplikatorziffer, sondern nur für jede Multiplikatorziffer selbst eine einfache Handbewegung auszuführen ist. Alle Zahlenrechnungen kommen schliesslich auf die Addition und Subtraktion von Produkten zurück, wozu natürlich, dem Wert eins des Multiplikators entsprechend, auch die einfachen Additionen und Subtraktionen gehören, und wobei es keinen Unterschied macht, ob die Ziffern des Multipli-

kators gegeben sind, oder, wie bei der Division oder Wurzelausziehung, wo Quotient oder Wurzel als Multiplikator dienen, erst allmählich gefunden werden. Die Aufgabe einer jeden Rechenmaschine besteht nun, selbst wenn es sich um einfache Additionen oder Subtraktionen handeln sollte, in automatischer Zehner-Uebertragung, und bei höheren Operationen auch noch in der Bildung der Teilprodukte, d. h. der Produkte aus je einer Multiplikandenziffer und je einer Multiplikatorziffer. Zur direkten Herstellung dieser Teilprodukte benutzt nun Herr Stelling eine sogenannte „Nürnberger Scheere", wie sie die folgende Figur zeigt:



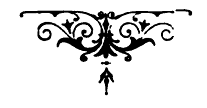
Eine Vorstellung davon, wie eine solche Scheere Multiplikationen ausführen kann, erhält man, wenn man folgendes beobachtet. Die mittleren Kreuzungspunkte, welche die gerade Linie, in der sie liegen, nicht verlassen, sondern sich nur längs derselben bewegen können, mögen mit den Zahlen 0, 1, 2, 3, . . . bezeichnet werden. Hält man nun den Punkt 0 fest, und lässt man dann den Punkt 1 einen kleinen Weg machen, so verursacht der Zusammenhang der Scheere in den Punkten der oberen und der unteren Linie, dass der Punkt 2 einen doppelten so grossen Weg macht, der Punkt 3 den dreifachen Weg zurücklegt u. s. w. Macht demnach der Punkt 1 etwa einen Weg von 4 *mm*, so muss der Punkt 3 einen Weg von 3 × 4 oder 12 *mm* machen, u. s. w. Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, auf weitere Einzelheiten der neuen Rechenmaschine einzugehen. Nur dies sei noch erwähnt, dass, im Gegensatz zu anderen Rechenmaschinen, die Ablesung wie bei einer Uhr geschieht, und dass die eingeführten Zahlen und Zwischen-Resultate in gewisser Weise sichtbar bleiben, sodass der Rechnende selbst, sein Vorgesetzter oder eine Rechnungskommission einen

Beleg des Rechnungsganges noch vorfinden können. Die Stelling'sche Maschine ist natürlich patentiert, und wird gegenwärtig in mehreren deutschen und oesterreichischen Fabriken hergestellt. Ausser der besprochenen grossen Maschine mit Nürnberger Scheeren wird auch eine kleinere fabriziert, die, wie der Abacus der Römer oder der Swanpan der Chinesen, lediglich addiert und subtrahiert, nur dass, wie dei der Paskal'schen Maschine, die Zehner-Uebertragung automatisch geschieht.

Zu den modernen Rechenmaschinen gehören auch die in den letzten Dezennien üblich gewordenen und von Ingenieuren vielfach benutzten, linealförmigen „Rechenschieber". Der Querschnitt eines solchen Rechenschiebers hat folgende Gestalt:

Innerhalb der mittleren Rinne und dieselbe ausfüllend, bewegt sich ein verschiebbares, schmaleres Lineal. Auf der Vorderseite des letzteren sind, ebenso wie auf der einen Hälfte des einfassenden Lineals, in gewissen Abständen die Zahlen von 1 bis 10 sowie die zwischenliegenden Zehntel durch Teilstriche so markiert, dass die Einrichtung dazu dienen kann, dem Beschauer das Resultat der Multiplikation zweier Zahlen vor's Auge zu führen. Schiebt man nämlich das mittlere bewegliche Lineal so heraus, dass der darauf befindliche Teilstrich für 3 mit dem Teilstrich für 1 des festen einschliessenden Lineals in gerader Linie liegt, so stehen dann, in der Verlängerung der Teilstriche 2, 3, 4, 5, 6, ... des festen Lineals, auf dem beweglichen Lineal die bezüglichen Vielfachen von 3, also 6, 9, 12, 15, 18, . . . Dass auf solche Weise immer das richtige Multiplikationsresultat erscheint, rührt davon her, dass bei beiden Teilstrich-Reihen die Abstände der Teilstriche von 1 sich genau verhalten wie die Logarithmen der von den Teilstrichen dargestellten Zahlen. Es beruht also die Brauchbarkeit eines solchen Rechen-Schiebers als Multiplikationsmaschine auf dem Umstande, dass, wenn man die Logarithmen zweier Zahlen addiert, die Summe den Logarithmus derjenigen Zahl darstellt, die

durch Multiplikation jener beiden Zahlen entsteht. Daher nennt man diese Einrichtung auch logarithmisches Lineal. Die weitere Anbringung von Teilstrichen an richtigen Stellen ermöglicht es, auch das Produkt zweier zweiziffriger Zahlen näherungsweise zu bestimmen, aber nur näherungsweise. Denn wenn ein Rechenschieber eine praktisch zulässige Länge nicht überschreiten soll, so kann man sich leicht klar machen, dass eine Folge von mehr als drei Ziffern nur undeutlich erkennbar sein kann. Beispielsweise kann man bei genauer Einstellung erkennen, dass das Resultat von 43 × 57 mit den drei Ziffern 245 anfangen muss, dann kann man freilich auch ohne weiteres das richtige Resultat 2451 finden, wenn man daran denkt, dass die letzte Ziffer 1 sein muss, weil 3 × 7, gleich 21, mit 1 endigt. Aber Multiplikationsresultate von noch mehr Ziffern lassen sich mit Hilfe des logarithmischen Schiebers aus rein räumlichen Gründen nicht genau erkennen. Nun fordert aber die Praxis selten mehr als die durch eine Folge von drei oder vier Ziffern gewährleistete Genauigkeit. Und darum haben auch die Rechenschieber in mehreren patentierten, aber wesentlich nicht verschiedenen Formen, namentlich bei Ingenieuren, Verbreitung gefunden.



3

Die Bedeutung der naturhistorischen, insonderheit der zoologischen Museen

von

Prof. Dr. Karl Kraepelin

Separat-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift"
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1888
Verlag von Hermann Riemann.

1

Die Zahl der naturhistorischen Museen in Deutschland ist eine recht beträchtliche. Nicht blos die sämtlichen Universitäten, Polytechniken, Forstakademien etc. erfreuen sich derselben, sondern auch zahlreiche Gross- und Mittelstädte, in denen höhere naturwissenschaftliche Lehranstalten nicht vorhanden sind. Bedeutende Summen werden jährlich von der Gesamtheit dieser Anstalten verschlungen, ohne dass man in vielen Fällen einen anderen Grund für die Existenz des betreffenden Instituts an massgebender Stelle anzuführen wüsste, als dass es eben „historisch geworden", dass man die wertvolle Sammlung nicht zu Grunde gehen lassen dürfe, dass man doch auch etwas für die Wissenschaft und für das Publikum thun müsse. — Es scheint mir eine dankbare und durchaus zeitgemässe Aufgabe, der Existenzberechtigung der naturhistorischen Museen einmal näher nachzuspüren, ihre gegenwärtige Beschaffenheit und Leistungsfähigkeit zu beleuchten und daran einen Ausblick zu knüpfen, nach welcher Richtung wohl eine Aenderung resp. Besserung der bestehenden Verhältnisse zu erstreben sei.

Durchwandern wir im Geiste die verschiedenen Kategorien naturhistorischer Sammlungen, von den gewaltigen Räumen des neuen Berliner Museums bis zu den bescheidenen Sälen einer kleinen Provinzialstadt, so muss es in erster Linie auffallen, dass der Totaleindruck, den wir empfangen, in allen so ziemlich der nämliche ist: Nirgend eine ausgesprochene Differenzierung, nirgend ein klarer Hinweis darauf, ob man sich in einem Universitätslehrinstitute, einem grossen Landesmuseum oder endlich in dem vornehmlich für das grosse Publikum bestimmten

Schaumuseum einer beliebigen Provinzialstadt befindet. Und doch scheinen mir die Aufgaben und Ziele dieser drei soeben aufgeführten Kategorien von naturhistorischen Sammlungen so fundamental verschieden, dass schon ein flüchtiger Rundgang uns belehren müsste, welcher derselben wir unseren Besuch abgestattet haben.

Dass die Wissenschaft von der Natur der Naturobjekte nicht entbehren kann, bedarf keiner Erörterung. So ergeben sich von selbst einerseits Sammlungen zur Förderung der Wissenschaft an sich, und andererseits solche, an denen eben die Wissenschaft gelehrt werden kann. Bisher scheint man gemeiniglich der Ansicht gewesen zu sein, dass ein und dieselbe Sammlung beiden Zielen gleicher Weise entsprechen könne, und nur erst vereinzelt sind Stimmen laut geworden, welche auf diesen Grundirrtum hingewiesen haben, wie z. B. Dewitz in seinem Aufsatz über die Aufgabe grosser zoologischer Landesmuseen (Naturw. Wochenschr. Bd. II Seite 158). Solange der Schwerpunkt der zoologischen Wissenschaft vorwiegend in der Beschreibung und Gruppierung der Tierformen lag, war es natürlich, dass die zoologischen Lehrinstitute sich mit einem mehr und mehr anwachsenden Material von ausgestopften und sonstwie konservierten Tieren versahen, dass sie in der möglichsten Reichhaltigkeit ihrer systematischen Sammlung auch die grösste Gewähr für ein erfolgreiches und möglichst gründliches Studium der Wissenschaft erblicken mussten. Das alles aber ist mit dem Fortschreiten der Wissenschaft und der Verrückung ihrer Ziele ganz allmählich, deshalb aber nicht minder gründlich, anders geworden. Aus der Naturbeschreibung wurde die Naturgeschichte, an die Stelle der einfachen Formen- und Namenkenntnis trat die Lehre vom Leben, die Erforschung der Werde- und Existenzbedingungen der organischen Welt. Die ungezählten Myriaden von Lebewesen, die vordem in der Verschiedenartigkeit ihrer Form Ziel und Zweck der Wissenschaft darstellten, sie wurden gewissermassen lediglich zu den Lettern, deren allgemeiner Kenntnis der Forscher be-

darf, wenn er in dem grossen Buche der Natur studieren will. So musste die Systematik ihre dominierende Stellung an jüngere Disziplinen abgeben; aus einer Herrscherin wurde die Dienerin, deren immerhin nicht unbeträchtliche Hilfeleistungen von den jüngeren Generationen oft sogar über die Gebühr verkannt werden konnten. Diesem Wechsel entspricht im allgemeinen durchaus die Behandlung, welche der reinen Systematik auf Universitäten heutzutage zu Teil wird. Eine allgemeine Uebersicht über die Haupttypen der Lebewesen, das ist es, was der Lehrer seinen Schülern zu übermitteln sucht, um au dem Fundamente der so gewonnenen systematischen Begriffe die Lehre von der verschiedenen inneren Organisation der Tiere, von ihren Beziehungen zu einander und zur umgebenden Natur aufzubauen. Die gewaltigen Sammlungen ausgestopfter Vögel, exotischer Käfer oder tropischer Korallen, sie finden weiter keine Verwertung mehr im Unterricht, sie sind eben der Ballast, der von Generation zu Generation sich weiter fortschleppt, und der schon mehr als einem Universitätslehrer den Wunsch nahe gelegt hat, ihn völlig über Bord zu werfen oder ihn doch aus der eigentlichen, für das Kolleg bestimmten Lehrsammlung auszuscheiden. In der That könnte es den Universitätsinstituten nur zum Segen gereichen, wenn sie von der Ueberfülle des seit Jahrzehnten zusammengetragenen systematischen Materials befreit würden. Nicht allein eine bedeutende Summe an Kosten und Arbeitslast würde den betreffenden Instituten erspart, sondern es würden vor allem Mittel, Räume und Arbeitskräfte frei werden, um nun in diesen Universitätslehrsammlungen auch diejenigen Disziplinen der zoologischen Wissenschaft ernstlich zur Geltung zu bringen, die wir als die modernen zu bezeichnen pflegen. Ich unterlasse es an dieser Stelle, weiter auszuführen, wie ich mir eine den strengen Anforderungen wissenschaftlicher Lehrthätigkeit entsprechende zoologische Sammlung vorstelle, da ich im weiteren Verlauf dieses Aufsatzes auf ähnliche Verhältnisse näher einzugehen gedenke; nur das darf ich

wohl schon hier hervorheben, dass diese Lehrsammlung eben nicht als ein Konglomerat von mehr oder weniger zufällig zusammengetragenen Naturobjekten sich darstellen dürfte, sondern dass in ihr „Alles Wahl und Alles Bedeutung“ sein müsste.

Man wende nicht ein, dass die von mir vorgeschlagene fundamentale Aenderung aus dem Grunde gewichtige Bedenken gegen sich habe, dass ja die Systematik doch immerhin noch von erheblicher Bedeutung für den Naturforscher sei, dass demnach die „Universitas“ unter allen Umständen Gelegenheit geben müsse, auch diesen wichtigen Zweig der zoologischen Wissenschaft zu kultivieren; ein derartiges Argument ist theoretisch ja sicher nicht ohne Berechtigung, dürfte sich aber in praxi leicht als völlig hinfällig erweisen. Ueberall, in Natur, Technik, Wissenschaft, sehen wir die grössere Leistungsfähigkeit, die grösseren Erfolge aus weiter geführter Arbeitsleistung sich entwickeln. Eben diese Arbeitsteilung auf dem Gebiete der naturhistorischen Sammlungen scheint mir vor allem berufen, den drohenden Niedergang der systematischen Wissenschaft hintanzuhalten, ja in sein Gegenteil zu verwandeln. Auch die Aufgaben der Systematik sind heutzutage andere geworden, als sie es früher waren. Wertlos fast erscheinen uns einfache Diagnosen neu aufgefundener Formen, falls nicht die ganze Formenreihe der betreffenden Tiergruppe zum Vergleiche herangezogen und in ihren phyletischen Beziehungen zu einander und zu der neuen Art oder Gattung studiert ist; mit anderen Worten, der wissenschaftliche Systematiker der Gegenwart benötigt, falls er dauernde, zu allgemeineren Gesichtspunkten führende Resultate erlangen will, nicht allein des gesamten aktenmässig festgelegten Materials an Gattungen und Arten seiner zum Studium erwählten Gruppe, sondern er muss noch die weitergehende Forderung stellen, dieses Material in einer solchen Fülle von Einzelindividuen vor sich zu haben, dass er aus ihm die vermutliche Variationsweite der einzelnen Formen abstrahieren kann. Es wird

wohl niemand behaupten wollen, dass zu systematischen Studien dieser Art den zahlreichen akademischen Lehranstalten die Mittel in auch nur annähernd ausreichender Weise zur Verfügung gestellt werden könnten. Wohl wird es dem einzelnen Universitätslehrer möglich sein, auf diesem oder jenem beschränkten Gebiete, seinem speciellen Arbeitsfelde, eine den modernen Anforderungen an Vollständigkeit entsprechende Sammlung zusammenzubringen, und gegen eine solche Specialsammlung dürften Einwendungen kaum zu erheben sein; das eigentliche Arbeitsmaterial aber für die systematische Wissenschaft und somit die Pflege dieser letzteren selbst müsste von den rein akademischen Instituten verlegt und den grossen Landesmuseen zugewiesen werden. Diese letzteren würden sich demnach gewissermassen darstellen als die Archive der systematischen und morphologischen Wissenschaft; in ihnen wäre das Aktenmaterial niedergelegt der Untersuchungen, die bis zur Stunde durchgeführt; in ihnen wäre aber auch die gewaltige Fülle von Stoff aufzuspeichern, die zukünftigen systematischen und morphologischen Studien die sichere Basis zu geben hätte. Eine akademische Lehrthätigkeit im gewöhnlichen Sinne würde völlig ausserhalb des Rahmens eines solchen Museums liegen, wie schon Dewitz richtig hervorhebt; dagegen würden diese Sammlungen nicht nur den fest angestellten und geschulten Beamten für ihre wissenschaftlichen Forschungen zu dienen haben, sondern sie hätten naturgemäss auch die weitere Aufgabe, künftige Generationen systematischer Forscher heranzubilden. Dass letzteres nicht sowohl durch Anhören theoretischer Vorträge, als durch eigene gründliche Arbeit, durch eigene Anschauung, durch eigenes Sichversenken in die Details der morphologischen Differenzierung erreicht werden kann, bedarf keiner weiteren Begründung, und in diesem Sinne würden die in Rede stehenden grossen systematischen Institute in der That eine ganz ähnliche Wirksamkeit zu entfalten haben, wie etwa die zoologischen Stationen, wenn sie angehenden

Forschern ihre Räume zur weiteren Ausbildung oder zum Studium von Detailfragen zur Verfügung stellen.

Mit dem Gesagten sind jedoch die Aufgaben der „Landesmuseen“ noch keineswegs erschöpft, wie Dewitz ausführt, wenn er ihnen des weiteren die Ausbildung von Forschungsreisenden und die Erledigung aller der Fragen zuweist, welche Staat und Gemeinde, Gewerbtreibender und Laie auf zoologischem Gebiete zu stellen so oft in der Lage sind. Indem ich den ersteren Punkt, die zweckmässige Ausbildung von Forschungsreisenden als naturgemäss und selbstverständlich übergehe, möchte ich den zweiten Punkt einer näheren Erörterung unterziehen, indem ich glaube, dass hier noch eine weitere Arbeitsteilung der naturhistorischen Museen am Platze ist, als wie sie dem Berliner Zoologen vorgeschwebt hat.

Im bisherigen haben wir ganz ausschliesslich von Instituten gesprochen, welche in erster Linie dem lernenden Akademiker oder aber dem wissenschaftlichen Fachmanne zu Dienste sein sollen: wir kommen nun zu der Frage, ob auch der Staat und die Gemeinde, der Gewerbetreibende, der zoologische Dilettant und der gebildete Laie von ihrem Standpunkte aus ein Interesse an dem Vorhandensein naturhistorischer Sammlungen haben, und ob von diesen Seiten etwa Anforderungen gestellt werden, die einen eigenartigen Charakter solcher Sammlungen bedingen. — Was zunächst den Staat und die Gemeinde anlangt, so haben beide in erster Linie ein Interesse daran, die Naturobjekte ihres Gebietes gründlich erforscht und die Ergebnisse dieser Forschung dauernd festgelegt zu sehen. Nicht nur der eigene Vorteil gebietet dies, welcher aus der wissenschaftlichen Untersuchung von Grund und Boden, der Kenntnis aller nützlichen und schädlichen Organismen des Gebietes allein die zweckmässigste Art der Forst- und Wiesenkultur, des Land- und Gartenbaues, der Fischerei, des Bergbaues und mancher anderer Gewerbebetriebe erkennen lehrt, sondern vor allem auch der rein ideale Gesichtspunkt, dass es dem modernen Staate gezieme,

auf seinem eigenen Territorium der Wissenschaft dasjenige Material zusammenzutragen und zur Verfügung zu stellen, dessen sie zur Klarlegung der auf dieses Gebiet bezüglichen geologischen, geographischen und biologischen Fragen benötigt. Aus diesem Gedanken heraus hat man schon längst die Wichtigkeit sogenannter „Provinzialmuseen“ betont, d. h. von Anstalten, welche für ein beschränktes heimisches Gebiet die gesamten Resultate der auf dasselbe bezüglichen Forschungen in möglichster Vollständigkeit und Uebersichtlichkeit in sich vereinigen. Diese „Provinzialmuseen“ wären somit nach ihrer wissenschaftlichen Seite gewissermassen Ergänzungsinstitute der grossen Landesmuseen, insofern als sie vornehmlich die Systematik der heimatlichen Organismen zu fördern hätten: daneben würde ihnen die weitere Aufgabe zufallen, in allen fachwissenschaftlichen Fragen von ökonomischer oder sonstwie praktischer Bedeutung den Behörden, Korporationen und Gewerbtreibenden als sachverständige Instanz zur Seite zu stehen, wie solche ja für physikalische, technologische, chemische Fragen schon vielfach ins Leben gerufen sind.

Man könnte einwenden, dass die bis jetzt von mir geltend gemachten Gesichtspunkte für die Errichtung von „Provinzialmuseen“ in keiner Weise als zwingende zu betrachten seien, da die Erforschung der Fauna und Flora des Staatsgebietes und die aktenmässige Festlegung ihrer Resultate sehr wohl mit den grossen Landesmuseen verbunden sein könne, während andererseits in den über ganz Deutschland zerstreuten Universitäten genügend zahlreiche Fachautoritäten vorhanden seien, um Fragen über Fischerei und Seidenzucht, über Reblaus und Koloradokäfer, über Forst- und Gartenschädlinge zu erledigen.

Gewiss würden diese Einwände nicht ohne Gewicht sein, wenn es sich darum handelte, für die angegebenen Zwecke staatliche oder kommunale Institute neu zu schaffen, wenn es also bedeutender Opfer an Geld und Arbeitskräften bedürfte, nur um die Erforschung der heimischen Organismen intensiver zu gestalten, re-

spektive um die Universitätslehrer von Dingen zu entlasten, die nicht direkt ihres Amtes sind. Dies ist aber keineswegs der Fall: Die Institute sind in mehr als ausreichender Zahl vorhanden, und dieselben müssten, selbst wenn man ihnen die oben skizzierten Aufgaben nicht zuweisen wollte, erhalten bleiben aus Gründen, die ich im folgenden darzulegen versuchen werde.

Die Anstalten, von denen ich spreche und die weder den Universitätslehrsammlungen noch auch den grossen wissenschaftlich-systematischen Centralmuseen zugerechnet werden können, sind jene zahlreichen Museen, welche in grösseren und mittleren Provinzialstädten, in Residenzen und freien Reichsstädten seit langem existieren und ihre Entstehung teils dem Sammeleifer naturwissenschaftlicher Vereine, teils der Munifizenz einzelner privater oder fürstlicher Personen verdanken. Sie alle sind geschaffen, die reine Wissenschaft fördern zu helfen, mehr aber noch, um dem Laien Gelegenheit zu geben, seine Kenntnisse auf naturwissenschaftlichem Gebiete zu erweitern. Indem diese Museen demnach der Mehrzahl nach für das grosse Publikum, nicht für den engen Kreis der Fachmänner bestimmt sind, treten sie in Parallele mit denjenigen Anstalten, welche auf anderen Gebieten in gleicher Weise Belehrung und Unterweisung der Staatsbürger erstreben, mit den Gemälde- und Kunstgallerien, mit den ethnographischen, praehistorischen, Gewerbemuseen etc. etc. Es wird schwerlich jemand einen so engherzigen Standpunkt einnehmen wollen, dass er alle diese soeben genannten Institutionen für überflüssig erklärt, soweit sie nicht etwa mit Maler- und Kunstakademien, respektive mit Universitäten in Verbindung stehen; man wird vielmehr ohne weiteres zugeben, dass eine Gemäldesammlung, ein Gewerbemuseum auch da am Platze sei, wo es sich lediglich um die Anregung, Belehrung, Veredlung der Mitbürger handelt, und bei einer solchen Auffassung von den Aufgaben und Pflichten des Staates und der Gemeinde würde die Berechtigung von naturhistorischen Museen zum Zweck der Belehrung des

Publikums von vornherein nicht anzufechten sein. Dennoch liegen die Verhältnisse vielfach thatsächlich so, dass ernste Zweifel über den wahren Nutzen der heutigen naturhistorischen „Schaumuseen" aufsteigen müssen.

Exceptio confirmat regulam! Aber fragen wir uns ehrlich, was in den meisten der in Rede stehenden Anstalten vom Publikum gelernt wird, so kann die Antwort nur eine durchaus unbefriedigende sein. Eine erdrückende Fülle ausgestopfter Säugetier- und Vogelbälge, in endlosen Reihen systematisch nebeneinander gestellt und alle hübsch mit lateinischen Namen versehen, zahlreiche Schränke mit Skeletten, Nestern, Schneckenschalen und Korallenzweigen, Schaukästen mit bunten exotischen Schmetterlingen oder Käfern, endlich eine stupende Masse von Gläsern und Gläschen mit Spiritus, deren Inhalt nur undeutlich erkennbar: Das ist im allgemeinen das Rüstzeug, mit dem die Belehrung über die Wissenschaft von der Natur in Angriff genommen wird, das wenigstens ist in der Mehrzahl der Fälle der Eindruck, den der Laie aus dem Besuch eines solchen Museums hinwegnimmt. Es ist wahr, seine Kenntnisse hat er durch Besichtigung all' der aufgestellten Herrlichkeiten sicher bereichert; er hat sich gefreut über die Farbenpracht der schillernden Kolibris, der tropischen Papilioniden, gestaunt über den schier endlos erscheinenden Formenreichtum der Papageien oder der Finkenarten, ja eine Tridacna, eine Macrocheira, ein ausgestopfter Elephant oder gar ein Walfischskelett haben seine aufrichtige Hochachtung herausgefordert; im wesentlichen aber verlässt er die weiten Säle mit demselben verständnis- und teilnahmlosen Blick, mit dem er sie betreten; er ist verblüfft, nicht aber belehrt worden.

In der That, so lange die naturhistorischen Museen im zähen Festhalten an der historischen Tradition, dass die Sammlung von Naturobjekten sich selbst Zweck sei, ihre Hauptaufgabe in der Aufstellung immer neuer Bälge und Skelette sehen, so lange ihnen der Gesichtspunkt der systematischen Vollständigkeit, der syste-

matischen Aufstellung des Vorhandenen über Alles geht, so lange könnte man leicht in die Versuchung kommen, für radikale Beseitigung aller dieser das Interesse des Laien an der Natur nicht fördernder, die moderne Wissenschaft hingegen diskreditierender Institute zu sprechen, um deren Stelle durch zoologische Gärten und Aquarien ersetzen zu lassen. Was der Laie an Tierformen wirklich zu kennen braucht, um als gebildeter Mann zu gelten, ja um an ihnen als an typischen Paradigmen weitere Belehrung über Bau und Leben der Organismen in sich aufzunehmen, das ist selbst in unsern kleineren zoologischen Gärten und Aquarien mehr als reichlich vorhanden. Während aber das Museum alle diese Tierformen nur in todten Bälgen oder Knochen, respektiv in farblosen, meist verunstalteten Spiritusexemplaren vor Augen führen kann, bieten uns Tiergarten und Aquarium frisches blühendes Leben, zeigen sie uns die Geschöpfe in Charakter und Benehmen, in Stimme, Haltung, Färbung und Lebensgemeinschaft. Was ist der aufs beste ausgestopfte Elephant des Museums gegen das lebende Exemplar des zoologischen Gartens, was die Actinie, die Qualle, die Sabellide in Spiritus gegen die farbenprächtigen, hyalinen, phosphorescierenden Geschöpfe unserer Seewasseraquarien?!

Doch die Sache liegt zu klar, als dass sie weiterer Ausführung bedürfte und nicht schon längst in den beteiligten Kreisen empfunden wäre. Lässt sich doch eine ganze Reihe von Versuchen anführen, die darauf hinzielen, das merklich geringe Interesse des Publikums an den Museen zu heben. Wenig glücklich in dieser Richtung erscheinen allerdings die Bestrebungen derjenigen, welche durch gehäufte Zusammenstellung von Farbenpracht, durch das Gigantische der Formen oder gar durch gewisse nervenerschütternde Präparate, wie gegerbte Menschenhaut und munifizierte Leichen den Reiz der Sammlungen zu erhöhen streben, da auch hierdurch eben im wesentlichen nur Staunen hervorgerufen wird. Noch verfehlter fast muss sich der

Versuch darstellen, mit ausgestopften Bälgen dramatische Scenen aus dem Freileben der Tiere vorführen zu wollen. Einen Kondor mit ausgebreiteten Fittichen mag man sich allenfalls noch gefallen lassen; einen Lämmergeier aber, der eine Gemse zerfleischt, eine Riesenschlange, die ein Aguti verschlingt, ein zusammenbrechendes Rentier, das von einem blutgierigen Luchs zerkrallt und besessen wird, müssen wir entschieden als Verirrungen bezeichnen. Sie mögen künstlerisch schön sein diese Gruppen, falls sie von wirklichen Künstlern hergestellt sind; wirkliche Belehrung, allgemeinere Gesichtspunkte bieten sie nicht. Anders in dieser Hinsicht verhält es sich mit den Bestrebungen, die Tiergeographie und die sogenannte Biologie bei der systematischen Aufstellung der Tiere mit zu berücksichtigen. Gewiss ist es von Nutzen, wenn der Besucher etwa durch zierliche Landkärtchen, wie beispielsweise im Dresdener Museum, über die geographische Verbreitung ganzer Gruppen, wie wichtiger Einzelformen unterrichtet wird; das Heranziehen biologischer Momente aber, die Berücksichtigung des Entstehens, Werdens und Vergehens, des Nestbaues und der Brutpflege der Organismen eröffnet mit einem Schlage ein so weites Feld wirklicher Belehrung, dass sie unbedingt zu den wichtigsten Neuerungen auf dem Gebiete der Museumskunde gerechnet werden muss.

Aber alle diese schönen Dinge können nicht oder nur in beschränktem Masse zur Geltung kommen, solange die Auswahl der Naturobjekte vorwiegend nach wissenschaftlichen, ihre Aufstellung lediglich nach systematischen Gesichtspunkten geschieht. Was immer und immer wieder auf das Entschiedenste bekämpft werden muss, ist der Glaube, dass Wissenschaft und Publikum gleichzeitig bedient werden könnten, einfach etwa dadurch, dass man das zu wissenschaftlichen Zwecken bestimmte Material möglichst schön herausstutze, möglichst schön „aptiere“ und dann dem Publikum auf Stunden den Eintritt in die hübsch dekorierten und erleuchteten Räume gestatte. Schon vor Jahren hat

Moebius*) mit klaren Worten darauf hingewiesen, dass Schausammlung und wissenschaftliche Sammlung voneinander getrennt werden, dass nicht nur die Zurüstung und Aufstellung der Objekte, sondern auch die Objekte selbst in beiden fundamental verschieden sein müssen. Alles das, was nur für den Fachmann von Bedeutung, will er den Blicken des Publikums entzogen wissen, will er, um möglichst viel auf beschränktem Raum unterzubringen, als wissenschaftliche Sammlung „magazinieren“. Was aber geeignet erscheint, dem Dilettanten, dem Laien Belehrung zu bieten, sein Interesse zu erwecken, das und nur das ist aufzustellen, dann aber auch in einer Weise, dass man sicher ist, das gesteckte Ziel zu erreichen.

Stellen wir nach dem soeben dargelegten die Belehrung des Publikums als das vornehmste Ziel des Schau-Museums hin, so ergiebt sich hieraus ohne weiteres eine ganze Reihe von Aufgaben, deren Lösung bis jetzt wohl nur in den seltensten Fällen ernstlich und planmässig in Angriff genommen worden ist. Wo es gilt dem Nichtfachmanne eine Vorstellung von der Bedeutung, von den Errungenschaften und den Zielen einer Wissenschaft zu geben, da wird es eben nötig sein, auch alle die einzelnen Disciplinen dieser Wissenschaft heranzuziehen, die Hauptresultate derselben an Musterbeispielen vorzuführen und auch den grossen Problemen soviel Spielraum zu gönnen, dass sie vom Laien erfasst werden können. Von diesem Standpunkte aus erscheint eine Sammlung von „Haut und Knochen“ oder vornehmer ausgedrückt, von ausgestopften Bälgen und Skeletten, und sei sie noch so reichhaltig, noch so schön konserviert, wie ein Stück aus dem vorigen Jahrhundert, in welchem ja eben die Systematik allein und zwar die nach äusserlichen Merkmalen konstruierte Systematik als Wissenschaft galt. Heute, wo der anatomische Bau der Tiere uns ungeahnte Wunder offenbart hat, müssen wir

*) K. Moebius: Ratschläge für den Bau und die innere Einrichtung zoologischer Museen. Zool. Anz. 1884 p. 378 ff.

verlangen, dass auch dem Laien die wichtigsten Organe des Tierkörpers in ihren verschiedenen Bauplänen an typischen Beispielen vor Augen geführt werden; heute, wo wir nicht mehr Morphologen im alten Sinne, sondern Biologen sind, wo uns das Problem des „Lebendigseins" das höchste ist, heute wollen wir es auch dem Laien zur Anschauung bringen, wie mannigfaltig das Werden und Wachsen der Lebewesen, wie unendlich vielseitig, aber auch wie gesetzmässig die Beziehungen derselben zu einander und zur umgebenden Natur sind; heute endlich, wo die Lehren eines Darwin die Grundlagen unserer Weltanschauung zu erschüttern drohten, können und sollen wir es jedem Gebildeten klarlegen, was Schutz und Trutz im Kampfe ums Dasein, was Zuchtwahl, was Variationsweite, was Differenzierung der Arten ist, damit er mit eigenen Augen sich überzeuge, dass nicht müssige Lust zum Philosophieren, sondern die Wucht der Thatsachen es ist, welche jene grossen Ideen gezeitigt hat.

Bei allen diesen Forderungen, die meines Erachtens an die Leistungen eines modernen Schau-Museums gestellt werden müssen, darf selbstverständlich die reine Systematik, die äussere Kenntnis der Tierformen keineswegs vernachlässigt werden. Aber wenn irgend wo, so wird gerade in diesem Punkte das Wort zur Wahrheit, dass erst in der Beschränkung sich der Meister zeige. Wohl kann man mit Recht verlangen, dass die Organismen der Heimat in einer eigenen Sammlung vollständig dem Publikum zur Ansicht offen stehen, um ein Bild der uns umgebenden Natur zu bieten, um dem sammelnden Dilettanten die Möglichkeit zu geben, die gefundenen Schätze nach authentischen Exemplaren bestimmen zu können; von der unendlichen Formenwelt aber tropischer Erdstriche und fremder Meeresgebiete wäre nur dasjenige auszuwählen, was zur Vertretung der wichtigsten Formengruppen des Tierreichs sich eignet oder sonst aus irgend einem Grunde auch dem Laien Belehrung zu bieten vermag. Dabei wäre dann wieder festzuhalten, dass auch hier der systematische Gesichtspunkt allein

durchaus nicht genügen würde, um die Anforderungen des Publikums zu befriedigen. Gewiss ist eine systematische Hauptsammlung aufzustellen, welche dem Beschauer die Tierwelt lediglich nach diesem einen Prinzipe der nächsten Verwandtschaft aneinandergereiht vor Augen führt: daneben aber wären zahlreiche weitere Gruppen zu bilden, die aus irgend welchen anderen Gründen vom Laien oder von der Wissenschaft unter einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkt aufgefasst werden. Ich spreche hier nicht in erster Linie von der geographischen Zusammengehörigkeit der Tiere, da eine Ordnung derselben nach Ländern eine vollständige Doppelsammlung involvieren würde, vielleicht auch in der systematischen Sammlung den Forderungen der tiergeographischen Wissenschaft durch mancherlei Hilfsmittel halbwegs Genüge gethan werden kann; weit wichtiger erscheinen vielmehr Zusammenstellungen solcher Tiere, welche entweder in irgend einer näheren Beziehung zum Menschen stehen, oder aber geeignet sind, durch ihre Gruppierung eine wissenschaftliche Idee zur Anschauung und zum Verständnis zu bringen.

Da sind in erster Linie die Tiere, die unser direktestes Interesse herausfordern, sei es, dass sie uns selbst belästigen, unsere Forsten und Gärten verwüsten, sei es, dass sie durch ihre Erzeugnisse materiellen Nutzen gewähren. Die Ento- und die Ectoparasiten des Menschen wie der Haustiere stellen eine solche Gruppe dar, die vereint werden müsste, unbeschadet dessen, dass vielleicht die Taenia neben der Ascaris, die Wanze neben dem Floh zu stehen käme. Daran würden sich reihen die Schädlinge des Waldes, des Ackerbaus, des Gartens, die Kleintiere unserer Wohnungen, die technisch verwertbaren Geschöpfe mit einer Zusammenstellung der von ihnen gewonnenen Produkte, die wichtigsten Objekte des Fischereibetriebs, der Tierzucht und vieles andere.

Zu einem tieferen Erfassen aber der die Wissenschaft beherrschenden Ideen würden solche „unsystematische“ Gruppierungen die Handhabe bieten, welche etwa

die Mannigfaltigkeit der Schutz- und Trutzwaffen im Tierreich, die Mimikry, die Schmuckmittel, die Bauindustrie, die Brutpflege etc. etc. in übersichtlicher Weise vor Augen führten.

Selbstverständlich würde es bei Erfüllung aller dieser Forderungen nicht zu vermeiden sein, dass ein und dasselbe Naturobjekt zwei-, dreimal an verschiedenen Stellen der Schausammlung zur Aufstellung käme, eine Konsequenz, die meines Erachtens durchaus nichts Erschreckendes hat, da der Raum hierzu bei der geforderten Beschränkung der rein systematischen Schausammlung reichlich vorhanden wäre, andererseits aber keine kostspieligen Raritäten zu jenen typischen Gruppenbildern gewählt werden sollen, sondern eben die verbreitetsten, den Laien am meisten interessierenden.

Nach dem Gesagten brauche ich wohl kaum auszuführen, dass nun auch das „Wie“ der Aufstellung sich wesentlich von dem bisher üblichen Modus unterscheiden müsste. Nicht die Etikette mit dem lateinischen Gattungs- und Artnamen und einem Hinweis auf Vaterland, Schenkgeber und wissenschaftlichen Bestimmer würde am Platze sein; vielmehr müsste alles, was irgendwie zur Erklärung des vorgeführten Präparates, zur Erläuterung der zu veranschaulichenden Idee ins Feld geführt werden kann, das schriftliche Wort, die Zeichnung, das Modell, mit liebevoller Hingabe und pädagogischem Takte herangezogen werden, um das allein erstrebenswerte Ziel, wirkliche, tiefer gehende Belehrung dem Laien zu bieten, unter allen Umständen zu erreichen.

Ein solches Schau-Museum, wie ich es im Vorstehenden zu skizzieren versuchte, würde das, was Aquarium und Zoologischer Garten zu leisten vermag, weit in den Schatten stellen, würde als wahre Bildungsanstalt den Gallerien, Kunst- und Gewerbemuseen würdig zur Seite stehen, würde gleich ihnen binnen kurzem ein Publikum an sich ziehen, das nicht sowohl aus Fremden, müssigen Neugierigen und einigen wenigen Dilettanten und Fachmännern bestände, sondern das sich in den

Räumen des Institutes mehr und mehr heimisch fühlte und ein tieferes, nachhaltiges Interesse für die Anstalt wie für die Wissenschaft zu gewinnen vermöchte.

Ich stehe somit nicht an, ein einfaches „Schau-Museum“ in diesem Sinne als etwas berechtigtes, ja als etwas in jeder Hinsicht von Staat und Gemeinde erstrebenswertes hinzustellen. Dennoch möchte ich die Aufgaben der heutigen „Museen in der Provinz“ keineswegs in diesem einen Ziele erschöpft sehen. Es ergeben sich vielmehr aus dem blossen Vorhandensein dieser Anstalten noch eine ganze Reihe von Aufgaben, welche in hohem Masse dazu angethan sind, die eminente Bedeutung derselben ins rechte Licht zu stellen.

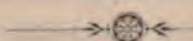
Schon im Früheren wurde ausgeführt, dass die zahlreichen Fragen, welche Staat, Gemeinde und Gewerbtreibender in naturwissenschaftlichen Dingen zu stellen haben, naturgemäss durch die Beamten des Museums ihre Erledigung finden werden; in gleicher Weise wird auch der sammelnde Naturfreund, der wissensbegierige Laie in den für die Verbreitung der Naturerkenntnis wirkenden Fachmännern den gegebenen Anhalt sehen; kurzum, das Museum mit seinem kleineren oder grösseren Stab von Gelehrten entwickelt sich zu einem Centralpunkt des gesamten naturwissenschaftlichen Lebens einer Stadt oder einer Provinz. Hierher strömen die zahlreichen Naturobjekte, welche, aus fernen Ländern auf die verschiedenste Weise herzugeführt, sonst nutzlos verzettelt und vernichtet würden; von hier aus gehen die Anregungen zur eingehenderen und sorgfältigeren Untersuchung der Landesfauna, die Unterweisungen der Kapitäne, Kaufleute und sonstigen Dilettanten, welche in fremden Erdteilen zoologische Sammlungen zu machen die Gelegenheit und den Willen haben; hier findet der dem Seminar oder der Universität entwachsene Lehrer Gelegenheit zu praktischer Ausbildung in der Zergliederungskunde und im Bestimmen der Tiere; hier endlich bietet sich auch für das weitere Publikum der Gebildeten die Möglichkeit, durch Vorträge und Demonstra-

tionen tiefer in die Wissensgebiete der Zoologie eingeführt zu werden.

Das alles würden schon die kleineren Museen mit beschränkten Mitteln und Arbeitskräften erreichen können. Ist es nötig, darauf hinzuweisen, dass der Wirkungskreis solcher Anstalten gewaltig sich erweitern würde, wenn ihre Organisation sie befähigte, nun auch der reinen Wissenschaft ihre Dienste zu weihen? Non omnia possumus omnes; aber unter der Zahl der deutschen Museen befindet sich doch eine ziemliche Reihe, welche nach ihrer ganzen Anlage, ihren Mitteln, nach den Beziehungen, die sie unterhalten oder vermöge ihrer geographischen Lage unterhalten sollten, berufen sind, auch wissenschaftlich in die Arena zu treten. Diese grösseren Institute haben somit die weitere Aufgabe, den grossen Landesmuseen unterstützend und ergänzend zur Seite zu stehen, ohne dass sie den aussichtslosen Versuch machen müssten, in Konkurrenz mit ihnen zu treten. Mögen die Mittel für einzelne dieser Anstalten auch beträchtliche sein, sie werden nie ausreichen, um das Material und die Arbeitskraft zu beschaffen, die eine wissenschaftlich-systematische Central-Sammlung der gesamten Lebewesen unseres Planeten erheischt. Darum dürfte auch hier wieder die glückliche Lösung der Schwierigkeiten in der Differenzierung liegen, d. h. in dem bewussten Streben der einzelnen Museen, nicht auf dem gesamten Arbeitsfelde der Systematik wissenschaftlich verwertbares Material herbeizuschaffen, sondern nur auf bestimmten Specialgebieten, wie sie sich aus der Zahl, den Neigungen und Fähigkeiten der vorhandenen Beamten, aus den Beziehungen, welche das Museum zu gewissen Ländern und Bezugsquellen unterhält, mit Leichtigkeit ergeben würden. Wenn in dieser Weise neben der allen Anforderungen an allgemeine systematische Kenntnis genügenden Schausammlung durch Jahrzehnte hindurch gewisse Specialgebiete der Zoologie, sei es nach der geographisch-faunistischen, sei es nach der morphologisch-systematischen Seite, von den Leitern solcher Institute

gepflegt worden wären, so würden bald an die Stelle der vielen gleichartigen, die Wissenschaft wenig fördernden Museen solche mit scharf ausgeprägtem individuellem Charakter treten, die einzig in ihrer Eigenart auch einzige Special-Studien ermöglichten. Freundschaftliche Verständigung zwischen den einzelnen Museen, coulanter Austausch ihrer durch Geschenke oder Gelegenheitskauf erworbenen Naturobjekte würde auf einen solchen Wandel von eminentestem, förderndem Einfluss sein.

Ich stehe am Ende meiner Studie über die Bedeutung und die Ziele unserer naturhistorischen Museen. Darf ich noch einmal die Resultate derselben kurz zusammenfassen, so ergiebt sich etwa folgendes: Es sind im allgemeinen drei Arten von naturhistorischen Museen zu unterscheiden: die Universitätslehrsammlungen, die grossen systematisch-anatomischen Centralmuseen, die „Schau-Museen". Jede derselben hat gewisse Specialaufgaben, welche ihren eigentlichen Charakter bedingen, ist dabei aber wohl im stande, auch die Aufgaben der anderen Kategorien fördern zu helfen. Die Schausammlungen, welche in erster Linie den „Museen in der Provinz" zufallen, sind auf die Höhe anderer gleichartiger Institute, wie der Kunst- und Gemäldegallerien, zu heben; sie haben die allgemeinen Errungenschaften und Ideen der Wissenschaft dem Publikum zum Ausdruck zu bringen und haben in der Wahl und Aufstellung der Naturobjekte ausschliesslich diesen Gesichtspunkt als massgebend zu erachten. Die Wissenschaft kann und soll auch in ihnen, selbst bei beschränkten Verhältnissen, gefördert werden, indirekt dadurch, dass sie zu Centralpunkten des gesamten naturwissenschaftlichen Lebens sich entwickeln, direkt durch intensive Erforschung der Heimat, wie durch die Pflege und Bearbeitung bestimmter, den jeweiligen Verhältnissen angemessener Specialgebiete.



4

Anleitung

zu

blütenbiologischen Beobachtungen

von

Prof. Dr. E. Loew.

Separat-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1889.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Unter den verschiedenen Gebieten der Botanik giebt es kaum ein zweites, das in dem Grade zu eigener Beobachtungsthätigkeit anregt wie die an merkwürdigen Thatsachen so reiche Blütenbiologie. Mancher unserer Leser hat gewiss den Wunsch, die von Sprengel, Darwin, Delpino, Hildebrand, H. Müller und anderen Beobachtern*) beschriebenen, dem Fernerstehenden oft sehr überraschend erscheinenden Vorgänge der Blütenbestäubung nicht bloss aus der Litteratur, sondern auch durch Selbstanschauung kennen zu lernen, um zu einem selbständigen Urteil über dieselben zu gelangen oder auch um mit der Zeit das in Rede stehende Gebiet durch neue Beobachtungen erweitern zu können. Dazu will der folgende Aufsatz Anleitung geben, indem er die wichtigsten Gesichtspunkte für derartige Bestrebungen anzudeuten versucht.

Um einen sicheren Ausgangspunkt für das Verständnis blütenbiologischer Fragen und Untersuchungen zu gewinnen, ist dem Anfänger vor allen Dingen zu raten, seine Beobachtungen mit typischen Fällen zu beginnen. Als erstes Studienobjekt empfiehlt sich z. B. der Bestäubungsvorgang von *Lamium maculatum* oder einer ähnlichen Lippenblume. Nachdem man sich zunächst mit dem Bau der Blüte unter Berücksichtigung der Litteratur (Vgl. Müller, Befruchtung der Blumen durch Insekten p. 309—13) eingehend vertraut gemacht und insbesondere die gegenseitige Stellung von Antheren und Narbe, die Art der Pollenausstreuung, die Lage und Bildung der Nektarien, die Länge der Blumenröhre u. dgl. in Betracht gezogen hat, fasst man an einem geeigneten Standort bei windfreiem, sonnigen Wetter, womöglich in den Frühstunden, ein reichblühendes Exemplar der Pflanze ins Auge und wartet Insektenbesuch

*) Vgl. den Aufsatz des Verfassers: Neueste Arbeiten auf dem Gebiete der Blütenbiologie im „Humboldt“, Februar 1887.

ab. Die unter genannten Umständen meist zahlreich sich einstellenden Hummeln und Bienen werden nun in ihrem Benehmen sorgfältig belauscht; man achte besonders auf die Art und Weise, wie eine Hummel z. B. am Blüteneingang sich niederlässt und festhält, welche Körperteile sie mit der Narbe und der pollenbedeckten Seite der Staubbeutel in Berührung bringt, wie sie den an ruckweiser Erweiterung des Hinterleibes erkennbaren Saugakt ausführt, wie sie den Blütenstaub auf die Sammelorgane der Beine überträgt u. a. m. Alle an den Blüten sich einfindenden, irgendwie verschiedenen Insekten werden mit Hilfe eines Netzes oder einer Scheere eingefangen und nach leichtem Druck auf die Brust mit Nadeln aufgespiesst, um sie für spätere Untersuchung bequem aufbewahren zu können; ein Notizbuch mit fortlaufenden Nummern nimmt die auf die einzelnen Tiere bezüglichen Bemerkungen, wie Namen der Besuchspflanze, Datum, Standort, Art des Pollensammlens und des Saugaktes — auf; jedes einzelne Exemplar ist mit einer besonderen, der Nadel auzusteckenden Nummer zu versehen, die im Notizbuch bemerkt wird, um eine später mögliche Verwechselung zu vermeiden. Die genauere Untersuchung der eingefangenen Insekten wird besonders anfangs am besten sofort nach Beendigung der Bestäubungsbeobachtungen vorgenommen, weil dann die Körperteile noch beweglich sind und ein Auseinanderziehen gestatten. Mit Hilfe eines Präpariermikroskops und einer guten Lupe unterrichtet man sich zunächst über die Konstruktion des Hummel- und Bienenrüssels und misst vor allem die Länge derselben, um sie mit dem Abstand zwischen Nektarium und Blütenmündung vergleichen zu können. Ebenso ist die Anordnung der Haarbekleidung an den Beinen und dem übrigen Körper zu berücksichtigen und dabei besonders die Stelle zu beachten, an welcher der Pollen beim Blütenbesuch regelmässig anhaftet, wie dies in unserm Falle bei *Lamium* am Kopf und an der Oberseite des Thorax der Hummel zu geschehen pflegt. Um sich die Thätigkeit der blumenbesuchenden Hummel im einzelnen zu verdeutlichen, ist es empfehlenswert eine ganz frische Blüte sowie eine getötete, aber noch nicht starr gewordene Hummel zur Hand zu nehmen und zu versuchen das Tier durch Ausziehen des Saugorgans, richtige Stellung der Beine usw. in eine dem Leben möglichst entsprechende Saugstellung an der Blüte selbst zu bringen. Wenn dies auch nur unvollkommen gelingt,

so nötigt das Verfahren doch zu einer genauen Ueberlegung darüber, wie und wo der Rüssel eingeführt werden muss, wohin der Kopf, der Thorax, der Hinterleib und die verschiedenen Beinpaare des Insekts beim Saugakt zu liegen kommen, mit welchem Körperteil es zuerst die Narbe und mit welchem es die Staubbeutel berührt, kurz zu einer speziellen Rechenschaft von den einzelnen Akten des Blumenbesuchs. Nachdem auch diese Seite unserer *Lamium*-Studien erledigt ist, begeben wir uns noch einmal an den früheren Beobachtungsort und suchen nun auf Grund der erworbenen Einsicht in den Bau der Blüte und des Blumenbesuchers die Wechselwirkung zwischen beiden im Moment des Besuchs festzustellen. Es wird bei einiger Geduld und allmählicher Gewöhnung des Auges den Bewegungen des Tieres mit Sicherheit zu folgen, bald gelingen das Anstreifen der pollenbestreuten Körperoberseite an dem unteren hervorragenden Narbenast der *Lamium*-Blüte, sowie auch den durch den Blütenmechanismus herbeigeführten Druck der Antheren auf den Thorax des saugenden Tieres mit Sicherheit wahrzunehmen. In keinem Falle dürfen die Beobachtungen abgebrochen werden, ehe eine vollkommene, jedes Härchen und Zähnchen in Rücksicht nehmende Einsicht in die Wirkungsweise der Blütenkonstruktion und des Bestäubers gewonnen ist; von Vorteil wird es auch sein, nicht bei einer einzelnen *Lamium*-Art stehen zu bleiben, sondern mehrere einheimische Arten vergleichungshalber in den Kreis der Beobachtung aufzunehmen. Als weiteres günstiges Studienbeispiel empfiehlt sich *Primula officinalis*, deren zwei verschiedene, heterostyle, d. h. ungleichgriffige Blumenformen in bezug auf Länge der Griffel, Narbenpapillen und Grösse der Pollenzellen genau zu vergleichen und dann an einem geeigneten Standort, welcher Exemplare von beiderlei Formen in hinreichender Anzahl darbietet, auch in ihrem Insektenbesuch — vorzugsweise von *Anthophora pilipes* und *Bombus*-Arten — zu kontrollieren sind. Ebenso bieten die Blüten von *Salvia pratensis* in der Schaukeleinrichtung ihrer Staubgefässe, desgleichen die Schmetterlingsblumen von *Sarothamnus* in ihrem Pollenschleuderapparat und die von *Lupinus* in der Nudelpressmaschine vieles Instruktive. In keinem Falle versäume der Anfänger Zeichnungen der einzelnen Blütenteile und ihrer gegenseitigen, natürlichen Lage nebst kurzen schriftlichen Erläuterungen anzufertigen, um dadurch später die eigenen Beobachtungen sich in

das Gedächtnis zurückrufen und sie mit den in der Litteratur vorhandenen Beschreibungen vergleichen zu können. Man begnüge sich ferner niemals mit der Zergliederung einer einzelnen Blüte, sondern untersuche eine grössere Anzahl derselben in verschiedener Entwicklung von der noch geschlossenen Knospe bis zum Eintritt des völligen Abwelkens. Nur auf diese Weise wird man wichtige, der Fremdbestäubung dienende Blüteneinrichtungen wie die Dichogamie, d. h. die ungleichzeitige Reife der Narbe und Staubbeutel nicht übersehen; ebenso versäume man nicht die Blüten einer Art an ungleichen Standorten und zu verschiedenen Zeiten aufzusuchen, um über die Geschlechterverteilung ins klare zu kommen, da es nicht selten vorkommt, dass eine gewöhnlich nur mit Zwitterblüten versehene Pflanze auch andere männliche oder weibliche, auf demselben Exemplar oder auf verschiedenen Stöcken auftretende Blumen (Andro- und Gynomonoecismus oder -Dioecismus) hervorbringt. So treten z. B. bei *Salvia pratensis* ausser Exemplaren mit Zwitterblüten auch solche mit rein weiblichen Blüten auf. Bisweilen teilt sich eine Species — z. B. *Viola tricolor* — in eine grossblumige und eine kleinblumige Rasse mit verschiedener Bestäubungseinrichtung, die dann genau festzustellen ist. Schliesslich halte man sich stets den allgemeinen Satz gegenwärtig, dass die Einrichtungen der Blumen teils auf Wechselbestäubung, teils aber auch auf Selbstbestäubung (Autogamie) abzielen, und dass letzterer Modus überall da einzutreten pflegt, wo ersterer versagt oder unsicher erscheint. Man darf demnach nicht erstaunen, wenn man Blüteneinrichtungen findet, welche im ersten Blütenstadium nur durch Kreuzung, im zweiten nur durch Autogamie zu erklären sind, oder gar Blumen kennen lernt, welche sich wie z. B. die Frühjahrsblüten von *Lamium amplexicaule* bei geschlossener Blumenkrone selbstbestäuben (kleistogame Blüten). Freilich steht derartigen Blüten eine grössere Zahl von solchen gegenüber, bei welchen durch besondere Veranstaltungen Selbstbestäubung ganz oder teilweise verhindert wird.

Auf Grund der angedeuteten Orientierung, die im Laufe eines Sommers sich bequem durchführen lässt, ist der Anfänger im Stande, im folgenden Frühjahre seine Beobachtungen weiter auszudehnen, wobei sich etwa folgender Arbeitsplan empfiehlt. Da es dem angehenden Blütenbiologen wohl nicht möglich sein wird, von An-

fang an eine Untersuchung so durchzuführen, dass dabei sämmtliche Hauptfragen zur Erledigung gelangen, so befolgt er zunächst den Grundsatz möglichster Arbeitsbeschränkung. Nach meiner Erfahrung knüpfen sich blütenbiologische Studien am leichtesten an die Entwicklung unserer heimatlichen Pflanzenwelt in den verschiedenen Jahreszeiten an. Man beginne mit den Beobachtungen möglichst zeitig im Jahre; schon Ende März oder Anfang April sind bereits Erdbienen *(Andrena)* und Hummeln an Stachelbeerblüten und Weidenkätzchen in voller Thätigkeit. Frühjahrspflanzen wie *Pulmonaria, Glechoma, Taraxacum* liefern weiteres Material. Im Mai werden die Blumen von *Crataegus, Ajuga, Orobus vernus, Vicia sepium,* im Juni die von *Symphytum officinale,* von Umbelliferen, auch von *Orchis*-Arten besonders ins Auge gefasst; im Hochsommer gewähren *Echium vulgare, Anchusa, Ballota, Lotus,* Arten von *Trifolium, Medicago* und *Melilotus,* auch *Lythrum, Rubus, Lycium, Melampyrum, Stachys*-Arten, *Senecio Jacobaea, Epilobium angustifolium,* im Herbst endlich *Calluna, Scabiosa, Centaurea paniculata* und die verschiedenen Distelarten die reichlichste Ausbeute. Je nach den floristischen Verhältnissen seines Wohnorts wird ein umsichtiger Beobachter bald diejenigen Pflanzen selbst herauszufinden wissen, die ihm am meisten Gelegenheit zur Beobachtung der Bestäubungsvermittler liefern. Ein weites Umherstreifen, wie es beim Botanisieren von Vorteil zu sein pflegt, ist dem Blütenbiologen nicht anzuraten, vielmehr thut er am besten, sich ganz auf engbegrenzte, aber insekten- und pflanzenreiche Lokalitäten an möglichst von der Kultur unbeleckten Stellen zu beschränken und an diesen stundenlang mit Ausdauer zu verweilen. Leider ist der Erfolg derartiger Beobachtungen ausserordentlich von der Gunst des Wetters und von der Tageszeit abhängig. Bewölkung des Himmels, Wind, zu niedrige Temperatur, in anderen Fällen auch übergrosse Hitze beeinträchtigen die Thätigkeit der Blumenbestäuber viel mehr, als man anfangs anzunehmen geneigt ist. Am günstigsten erweisen sich Vormittage, an welchen nach vorausgehendem Regen heiteres, windstilles und warmes Wetter eintritt. Eine Reihe von Blumengästen z. B. die *Bombylius*-Arten, sowie auch einzelne Bienen und Falter trifft man nur bei heissem Sonnenschein in voller Thätigkeit; zur Beobachtung mancher Sphingiden und Noctuiden sind nur die Abendstunden geeignet. In allen Fällen beachte man

beim Einsammeln der Beobachtungen die oben gegebenen Regeln und wende einerseits den Blüteneinrichtungen, andrerseits den Blumenbesuchern fortgesetzt die gleiche Aufmerksamkeit zu. In dieser Hinsicht muss es als eine ganz unumgängliche Forderung bezeichnet werden, dass sich der Anfänger eine Insektensammlung anlegt, in welcher jedes einzelne Exemplar derartig durch eine Nummer bezeichnet ist, dass es mit Hilfe des Tagebuches jederzeit nach Herkunft und näheren Umständen des Blumenbesuchs bekannt erscheint, auch wenn der systematische Name des betreffenden Tieres von dem Sammler noch nicht ermittelt wurde. Es empfiehlt sich dabei alle an einer bestimmten Blüte gefangene Insekten in der Sammlung vorläufig bei einander zu lassen und erst später, wenn grössere Reihen von Formen vorhanden sind, dieselben nach systematischen Principien zu ordnen. Bei Befolgung unserer Ratschläge wird der Anfänger bald ein ziemlich reichliches Material zusammengebracht haben, welches bei sorgfältigem Beobachten und Notieren bereits einen bleibenden wissenschaftlichen Wert — auch ohne Speciesbestimmung der eingefangenen Blumenbestäuber — besitzt. Um denselben voll ausnutzen zu können, bedarf es allerdings weiterer und für manchen gewiss recht mühsamer Studien. Die vollständige Untersuchung einer Blumeneinrichtung im biologischen Sinne nimmt die Thätigkeit des Beobachters nach zwei ganz verschiedenen Richtungen in Anspruch; er hat einerseits eine speziell botanische, andrerseits eine entomologische Aufgabe zu lösen. Verhältnissmässig nur selten finden sich alle hierzu erforderlichen Vorkenntnisse in einer Person vereinigt; manche Botaniker ziehen es daher vor ihre Untersuchungen auf die rein botanische Seite zu beschränken und allen Fragen, bei welchen es sich um eine direkte Feststellung des Insektenbesuchs handelt, aus dem Wege zu gehen.

Wer sich aber auf dem gesamten Gebiete der Blütenbiologie orientieren will, den dürfen die Schwierigkeiten speziell entomologischer Studien nicht abschrecken. Zunächst handelt es sich ja nur um die blumenbesuchenden Insekten, die einen kleinen Bruchteil von den überhaupt bei uns einheimischen bilden. Aber es kommen immerhin sämtliche Arten der Bienen, Grab-, Falten- und Goldwespen, die Mehrzahl der Schmetterlinge, ein bedeutendes Kontingent von Zweiflüglern, Käfern und Blattwespen, sowie auch einige Schlupfwespen, Netz- und Halbflügler in Betracht; von

allen diesen der Blumennahrung nachgehenden Besuchern tritt nur die Minderzahl regelmässig kreuzungsvermittelnd auf, die übrigen sind gelegentliche und indifferente oder gar blumenverwüstende Gäste. Der Anfänger beginnt nun damit sein gesammeltes Insektenmaterial nach den genannten Gruppen zu ordnen und sucht dann mit Hilfe eines guten systematischen Hilfsmittels wenigstens die Familien zu bestimmen. Da die Apiden bei der Blumenbestäubung eine ganz bevorzugte Rolle spielen, so wählt man sie sich zu besonderem Studium, wobei man mit Vorteil die Schriften von Schenck, besonders „die nassauischen Bienen“ im Jahrb. des Ver. für Naturk. in Nassau, Heft 14; sowie die „Apidae Europaeae“ von Schmiedeknecht (Gumperda und Berlin 1882 ff.) benutzen kann. Bei blütenbiologischen Untersuchungen ist häufig die Entscheidung darüber, ob man es mit einem Schienen-, Schenkel- oder Bauchsammler oder mit einer nichtsammelnden Schmarotzerbiene zu thun hat, von Bedeutung — Unterschiede, welche bekanntlich auch für die Systematik der Apidengenera wichtig sind. Ebenso bietet die Konstruktion des Saugapparats, insbesondere die Ausbildung zwei- oder eingestaltiger Lippentaster, sowohl in systematischer als in biologischer Hinsicht ein wertvolles Merkmal, indem hierdurch die ganze Apidengruppe in die beiden biologisch ungleichwertigen Reihen der lang- und kurzrüssligen Bienen zerfällt. Da die niedrigst-organisierten oder nach dem Standpunkt von H. Müller als die Bienenstammform zu bezeichnenden Gattungen *Prosopis* und *Sphecodes* weder einen Pollensammelapparat besitzen noch in ihren Mundteilen sich wesentlich von den Grabwespen unterscheiden, so würde ein Biologe, der die Thätigkeit genannter Apiden mit der der übrigen auf ein und dieselbe Stufe stellen wollte, sich eines Irrtums schuldig machen, der auf botanischem Gebiet etwa damit zu vergleichen wäre, dass Jemand die windblütigen Pappeln zu den Insektenblumen rechnen wollte. Man ersieht aus diesem Beispiel zugleich, wie notwendig eine wenn auch nur summarische Kenntnis der einheimischen Insektenwelt für den Blütenbiologen ist; es sollte Niemand Bestäubungsvorgänge untersuchen, der nicht z. B. *Apis* von *Colletes cunicularia* oder von *Cilissa tricincta*, *Bombus* von *Psithyrus*, *Bombus hortorum* von *B. terrestris* zu unterscheiden versteht, weil es sich dabei um Tiere von ganz verschiedenem Verhalten, wenn auch von einigermassen ähnlichem Habitus handelt, deren

Blumenthätigkeit nur durch ihre verschiedene Körperausrüstung und Lebensgewohnheit verständlich wird. Bei Bienenarten aus schwierigen Gattungen wie z. B. *Halictus, Andrena, Coelioxys, Nomada* u. a. verschiebt der Anfänger am besten die Bestimmung bis zu einer Zeit, in welcher er grössere Formenreihen in seiner Sammlung bei einander hat, oder er übergiebt die Exemplare einem Entomologen von Fach zur Bestimmung.

Für die übrigen, als Blumenbesucher in Betracht kommenden Hymenopteren, d. h. für die Grabwespen, Faltenwespen, Gold- und Blattwespen empfehlen wir zur Bestimmung derselben die Schriften von Schenck: „Beschreibung der in Nassau aufgefundenen Grabwespen“ in den Jahrbüchern des Vereins für Naturkunde in Nassau, Heft 12, sowie „Die deutschen Vesparien“ ebenda in Heft 16, und „Beschreibung der Goldwespen“ in Heft 11, ferner Frey-Gessner: Fauna insectorum Helvetiae Teil 1 (Chrysididae, Bern 1887) und Teil 2 (die Familie Diploptera in der Bearbeitung von Schulthess-Rechberg, Schaffhausen 1887), endlich für die Blattwespen André Species des Hyménoptères d'Europe etc., Teil 1 (Beaune 1879). Schwieriger gestaltet sich die Sache bei der Ordnung der Dipteren, da dieselbe sehr artenreich ist und eingehende Specialstudien erforderlich macht, um nur zu einer oberflächlichen Kenntnis der einheimischen Genera zu gelangen. Man halte sich auch hier wieder zunächst an die Unterscheidung der Familien und beschäftige sich besonders mit denjenigen Körperausrüstungen der Zweiflügler, welche bei der Blütenbestäubung eine Rolle spielen, worüber sich bei H. Müller „Befruchtung der Blumen durch Insekten“ (S. 33—40) und E. Loew „Weitere Beobachtungen über den Blumenbesuch von Insekten“ (Jahrb. d. Kgl. bot. Gart. zu Berlin, Bd. 4) einige Andeutungen finden.

Bei Bestimmungen kommt man in der Regel mit Schiners Fauna austriaca (Die Fliegen. Wien 1862—64) am weitesten. Für die Ordnungen der Käfer und Schmetterlinge sind so zahlreiche Hilfsmittel, besonders auch käufliche Sammlungen vorhanden, dass der strebsame Anfänger auf diesem Gebiete sich leicht von selbst einarbeiten wird. Nach Beendigung der entomologischen Vorstudien handelt es sich für den angehenden Blütenbiologen zunächst um Aneignung klarer Vorstellungen darüber, welche verschiedene Rolle die Blumenbesucher bei dem Bestäubungsgeschäft spielen. Dass in dieser

Beziehung vielen der auch systematisch verschiedenen Insektengruppen eine abweichende Bedeutung zukommt, wird jedem einleuchten, der einmal mit Aufmerksamkeit das Benehmen z. B. einer Honigbiene und einer beliebigen Muscide an Blumen längere Zeit hindurch verfolgt hat; während die erstere stetig von Blume zu Blume fortschreitet und eine Reihe gleichsam zielbewusster, der Eigenart der Blütenkonstruktion in bewundernswerter Weise sich anschmiegender Bewegungen ausführt, erscheint dagegen die Thätigkeit der Fliege als eine planlose und abspringende. Zwar ist sie im stande, mit ihren Rüsselklappen in flacher Schicht dargebotenen Honig aufzunehmen, aber sie versteht weder den Mechanismus komplizierterer Blüten auszulösen, noch verfährt sie bei ihren Blumenbesuchen mit derjenigen Stetigkeit, welche für die Herbeiführung gesicherter Kreuzung durchaus notwendig ist. Durch ihre Körperausrüstung und ihre Lebensgewohnheiten stehen die Bienen als Blütenbestäuber zweifellos um mehrere Stufen höher als die Musciden und viele ihnen biologisch an die Seite zu stellende andere Insekten. Man gelangt zu ganz unrichtigen Annahmen, wenn man diese fundamentalen Unterschiede in dem Anpassungsgrade der Blumenbesucher nicht gehörig beachtet. Bisweilen finden wir in der Litteratur Blütenkonstruktionen beschrieben, die als Anpassung an eine bestimmte Bestäubergruppe gedeutet werden, ohne dass auch nur der Versuch gemacht wird, an den betreffenden Insekten selbst die jener bestimmten Blüteneinrichtung entsprechende Körperausrüstung nachzuweisen. Es wäre z. B. offenbar verkehrt, wenn jemand eine Blüte, auf welcher er öfter Blattwanzen angetroffen hat, als Wanzenblume deuten wollte, solange er nicht den Beweis dafür erbringt, dass die bezüglichen Wanzenarten sich vor ihren Verwandten durch besondere morphologische und biologische Eigenschaften als regelmässige und normale Kreuzungsvermittler auszeichnen. Bei gelegentlichem Blumenbesuch einer Wanze können zwar an ihrem Rüssel oder einem sonstigen Körperteil Pollenkörner haften bleiben und auch beim Ueberkriechen mehrerer Blüten an einer fremden Narbe abgesetzt werden. Aber das berechtigt doch nicht dazu, aus derartigen Zufälligkeiten eine regelrechte Anpassung zwischen Wanzen und Blumen zu konstruieren. Dies etwas krasse Beispiel soll dem Anfänger nur zu Gemüte führen, dass er bei derartigen Deutungen die grösste Vorsicht sich zur

Regel macht. Behufs vorläufiger Orientierung hat er zu beachten, dass es in unserer einheimischen Insektenwelt im grossen und ganzen 4 morphologisch und biologisch unterscheidbare Hauptgruppen von Blumenbesuchern giebt. Auf der höchsten Stufe der Anpassung stehen die Apiden (mit Ausnahme von *Prosopis* und *Sphecodes*) sowie unter den Faltern die Schwärmer; ihnen kommen in der Pflanzenwelt ausserordentlich mannigfaltige, nur aus der Körperausrüstung bestimmter, regelmässiger Kreuzungsvermittler erklärbare Blumeneinrichtungen — die Bienen-, Hummel- und Schwärmerblumen — entgegen. Eine Stufe tiefer stehen bereits die Grabwespen, die Bienen *Prosopis* und *Sphecodes*, die einsam lebenden Faltenwespen, von Zweiflüglern die Conopiden, Bombyliden und die Mehrzahl der Syrphiden, endlich die Schmetterlinge mit Ausnahme der Schwärmer. Bei dieser Gruppe treten die Eigenschaften, welche einen konstanten Kreuzungserfolg der Blumenbesucher sichern, bereits in schwächerem Grade hervor, als bei der erstgenannten Abteilung; die Blumenausbeutung ist häufig eine einseitige, d. h. eine nur auf Honig oder nur auf Pollen gerichtete. Besondere dieser Gruppe angepasste Blumenformen — Falter- und Schwebfliegenblumen — sind spärlich und werden auch von Gliedern anderer Bestäubergruppen besucht. Die dritte Kategorie umfasst alle Besucher, bei welchen spezielle, den Kreuzungserfolg sichernde Eigenschaften ganz fehlen oder nur andeutungsweise vorkommen, d. h. die geselligen Faltenwespen, die Schlupf- und Blattwespen, die Mehrzahl der Fliegen und der blumenbesuchenden Käfer. Die ihnen entsprechenden Blumenformen — die Wespen- und Fliegenblumen — sind nur in uneigentlichem Sinne als solche zu deuten und keineswegs als einer einheitlichen Insektengruppe ausschliesslich angepasst zu betrachten, da sie auf den Besuch ganz verschiedenartiger Blumengäste eingerichtet erscheinen; viele Glieder dieser Gruppe gehen auch anderweitiger Nahrung neben den Blumenstoffen nach. Der vierten und letzten Abteilung gehören endlich alle diejenigen Blumenbesucher an, die, wie viele Käfer und die Ameisen, auf die Zerstörung von Pflanzenteilen eingerichtete Körperausrüstungen erworben haben und dieselben gewohnheitsmässig auf Blüten zur Anwendung bringen. Als allgemeines Ergebnis geht hieraus hervor, dass in unserer heimatlichen Insektenwelt nur die Apiden, die Falter und ein verhältnismässig kleiner Teil der

Fliegen und der übrigen Insekten als normale Kreuzungsvermittler eine Rolle spielen, und dass daher in erster Linie auch nur diese Blütenbestäuber zur Erklärung ausgeprägt einseitiger Blumeneinrichtungen herbeigezogen werden dürfen. Wo Einrichtungen vorliegen, welche durch ihren Mechanismus einen ungleichartigen Besucherkreis in ihren Dienst stellen, muss in jedem Falle der Nachweis erbracht werden, dass die diesem Kreise angehörigen, verschiedenen Formen bestimmte, gemeinsame, morphologische und biologische Besonderheiten haben, durch welche sie zu einer konstanten Einwirkung auf die in Betracht kommenden Blumen befähigt sind.

Die soeben mehrfach gebrauchten, von H. Müller herrührenden Bezeichnungen gewisser Blütenformen mit einem ihren Bestäuberkreis andeutenden Namen wie Bienen- oder Falterblumen erfordern eine nähere Erläuterung. Genannter Forscher hat auf Grund seiner umfassenden Untersuchungen und unter teilweiser Anlehnung an Delpino je nach dem verschiedenen Grade der Anpassung eine Reihe von Kategorien aufgestellt, denen sich die meisten Blüten unserer heimatlichen Pflanzenwelt unterordnen lassen. Nicht für Insektenbesuch eingerichtet erscheinen zunächst die Windblüten, welche unscheinbar gefärbte oder gar keine Blütendecken besitzen, während die um eine Stufe höher stehenden Pollenblumen zwar ebenfalls wie jene nektarlos sind, aber die Insekten durch farbige Blütenhüllen anlocken. Die übrigen honighaltigen „Insektenblumen" zerfallen je nach der Tiefe, in welcher sie den Nektar enthalten, in offene Honigblumen wie die der Umbelliferen, von *Pirus*, *Prunus*, *Acer* u. a., bei welchen der Honig in flacher, von allen Seiten leicht zugänglicher und wahrnehmbarer Schicht den Besuchern dargeboten wird, in Blumen mit teilweiser Honigbergung wie die von *Ranunculus*, *Fragaria*, *Potentilla*, der Cruciferen und vieler Alsineen, deren Nektarien so angebracht sind, dass sie durch andere Blütenteile teilweise verdeckt erscheinen, und endlich in Blumen mit völliger Honigbergung, wie die von *Myosotis*, *Lithospermum*, *Veronica*, *Thymus*, *Origanum*, *Mentha* u. a., bei welchen der Honig von aussen nicht sichtbar ist. Dieser Gruppe müsste an sich die überwiegende Mehrzahl der einheimischen Insektenblumen zugezählt werden, jedoch macht die bei ihnen sich deutlich darstellende Steigerung der Anpassung an langrüsslige Insekten eine weitere Auflösung derselben in mehrere Unterabteilungen not-

wendig. Zunächst werden alle diejenigen Blumen, die den Honig am Grunde sehr kleiner Röhren oder Glocken bergen und dabei dichtgedrängte Blütenstände bilden wie die der Compositen, vieler Dipsaceen, einiger Campanulaceen und Valerianaceen, als Blumengesellschaften von den übrigen Blüten mit geborgenem Honig geschieden. Erreicht die Tiefe der Honigbergung in einer Blume mehr als etwa 4—5 *mm*, so dass der Nektar kurzrüssligen Insekten unzugänglich wird, so wird dieselbe als Bienenblume, und wenn die Tiefe etwa 8 *mm* oder mehr beträgt, als Hummelblume bezeichnet. Diesen beiden Kategorien gehören zahlreiche Blumen unserer einheimischen Flora, zumal viele Labiaten, Scrophulariaceen, Papilionaceen, Campanulaceen, Violaceen u. a. an; bei ihnen entfaltet sich neben reichem Formwechsel der Honigbehälter und Honigdecken eine grosse Mannigfaltigkeit von Mechanismen behufs einer möglichst den Zweck der Kreuzung fördernden Pollenausstreuung. Wird der Zugang zu den Honigquellen so eng, dass er für einen Bienen- und Hummelrüssel nur mühsam oder gar nicht passierbar erscheint, d. h. etwa einen Durchmesser von 1 *mm* oder weniger zeigt, so kennzeichnen sich derartige Blüten als Falterblumen, bei welchen ausserdem in der Regel eine stark ausgesprochene Verlängerung der den Rüssel zum Nektarium leitenden Blütenteile wie z. B. die Bildung dünner, fadenförmiger Sporne oder enger Längsrinnen, eintritt. Ist die Farbe einer Falterblume weiss oder gelblich und macht sich ihr Duft besonders in den Abendstunden bemerklich, so ist eine Anpassung an Nachtschmetterlinge (Nachtfalterblume), bei bunter Blütenfarbe eine Bevorzugung der Tagschmetterlinge (Tagfalterblume) anzunehmen. Kann eine Falterblüte wegen herabhängender Stellung der Blütenteile wie z. B. bei *Lilium Martagon* nur von freischwebenden Schmetterlingen ausgebeutet werden, so erscheint sie den Schwärmern besonders angepasst (Schwärmerblumen). Ausser den genannten Blumentypen hat H. Müller noch eine Reihe von besonderen Anpassungsfällen — z. B. bei den sogenannten Täuschblumen (*Ophrys muscifera*, *Paris*), Kesselfallenblumen (*Aristolochia Clematitis*), Klemmfallenblumen (*Cypripedium*, *Apocynum androsaemifolium*), Ekelblumen (*Asarum*, *Arum*) u. a. m. — unterschieden, deren Bezeichnung für den mit diesen Blüten Vertrauten keiner Erläuterung bedarf.

Die weitere Aufgabe für den Beobachter besteht nun

darin, eine ihm vorliegende Blüteneinrichtung auf Grund der eben gegebenen Gesichtspunkte zu deuten und im Einzelnen zu erklären. Er hat dabei festzuhalten, dass die von H. Müller unterschiedenen Haupttypen durch zahlreiche Zwischenstufen verbunden werden und daher die aufgestellte Einteilung nicht in allen Fällen vollkommen ausreicht. Auch kommen nicht selten innerhalb ein und derselben Gattung z. B. falter- und bienenblütige Arten oder in derselben Familie Blumen mit hochgradiger oder ganz fehlender Anpassung nebeneinander vor. Bei der Entscheidung darüber, ob eine Blüte für honighaltig oder nicht anzusprechen ist, darf nicht übersehen werden, dass der Honig in manchen Blüten z. B. denen vieler Liliaceen nicht aus Nektarien gewöhnlicher Art, sondern aus versteckten Septaldrüsen im Innern des Fruchtknotens ausgesondert wird. Bisweilen — z. B. bei *Cytisus Laburnum* — kann der Fall eintreten, dass die Blüte den Besuchern nicht frei abgesonderten Nektar, sondern in saftreichem Gewebe nur Zellsaft darbietet, der dann durch Einbohren der Mundteile gewonnen werden muss. Wo Unsicherheit über die Lage der nektarabsondernden Stellen herrscht, führt meist die Beachtung auffallender Farbenzeichnungen, der sogenannten Saftmale, auf den richtigen Weg. Besondere Aufmerksamkeit verdient ferner die Einrichtung der Pollenausstreuung, welche mit den Körpereinrichtungen der hochangepassten Blumenbesucher in engster Wechselbeziehung steht und z. B. bei Papilionaceen so erfolgt, dass der Körper des Tieres von unten her, bei Labiaten dagegen so, dass er von oben her mit Blütenstaub bestreut wird. Dementsprechend haben sich unter den Bienen auch Formenreihen mit verschiedener Methode des Pollensammelns ausgebildet (Bauch-, Schenkel- und Schienensammler). Eine Anzahl von Blüteneinrichtungen bezweckt eine die ausschliessliche Fremdbestäubung sichernde Form der Pollenübertragung durch Bildung von sogenannten Pollinien, wofür die Orchideen und Asclepiadeen bekannte Beispiele darstellen. In Bezug auf die gegenseitige Stellung von Narbe, Nektarium und pollenausstreuender Antherenfläche innerhalb der frischgeöffneten Blüte gilt die Regel, dass dieselbe mit der Körperhaltung des normalen Blütenbestäubers im Moment des Blütenbesuches in Zusammenhang steht; meist ist diese Stellung eine derartige, dass der zu den Nektarien vordringende Blumenbesucher in normalem Falle mit irgend einem Körperteil an einer pollenausstreuenden Antherenfläche Blütenstaub

abstreifen und vorher mit demselben Körperteil auch die empfängnisfähige Narbe berühren muss, weil nur auf diese Weise bei Besuch mehrerer Blüten nacheinander Sicherung der Kreuzung erreicht wird. Ein wesentlicher Unterschied wird in den Blüteneinrichtungen in dem Falle herbeigeführt, wenn dieselben nicht auf ausschliessliche Fremdbestäubung, sondern nebenher auch auf Selbstbestäubung oder auf diese allein angelegt sind. Dass in letztem Falle die bereits oben erwähnten Specialmittel der Fremdbestäubung, wie Dichogamie, Heterostylie u. dgl. fehlen müssen, ist selbstverständlich. Einrichtungen, durch welche der Pollen an der Narbe der ihn erzeugenden Blüte abgestreift wird, wie dies z. B. beim Abfallen mancher corollifloren Blumenkronen geschieht, oder bei welchen die Narbe in einer derartigen Stellung zu den geöffneten Antheren sich befindet, dass der Blütenstaub notwendig von letzteren auf die Narbe der eigenen Blüte gelangen muss, zielen stets auf Autogamie ab. Letztere kann aber bei ausbleibendem Insektenbesuch auch in solchen Blüten eintreten, welche ursprünglich auf Fremdbestäubung konstruiert erscheinen. Man wird bei eingehenderen Studien bald gewahr werden, eine wie ausserordentliche Mannigfaltigkeit in allen diesen Beziehungen selbst unsere verhältnismässig so formenarme, heimatliche Blumenwelt darbietet. Schliesslich dürfen auch alle habituellen Einrichtungen der Blumen, wie Farbe und Geruch derselben, auffallende Färbung von Hochblättern und andere sogenannte Schaufärbungen, Stellungsverhältnisse der Blütenstiele und ganzer Inflorescenzen, Blütezeit und Blütendauer nicht unbeachtet bleiben und sind mit den biologischen Gewohnheiten der Blumenbestäuber in Beziehung zu setzen.

Nächst dem Studium der Blumeneinrichtung ist die thatsächliche Feststellung der Insektenbesuche an bestimmten Blüten und Blütenkategorien eine der wichtigsten biologischen Aufgaben. Nur auf diesem Wege lassen sich die thatsächlichen Unterlagen für eine später aufzustellende allgemeine Blumentheorie gewinnen. In unserer Anleitung wurde bereits gezeigt, wie man sich auch nach dieser Richtung Material zu selbständiger Beurteilung der einschlagenden Fragen allmählich verschaffen kann. Erst eine Minderzahl derselben wurde von den bisherigen Beobachtern in Angriff genommen, und auch das nur auf verhältnismässig sehr beschränkten Beobachtungsgebieten. Die Fundamentalfrage ist hier die, ob die in einem be-

stimmten Faunengebiete vorhandenen Blumenbesucher die ihnen in der Flora ihres Wohngebiets dargebotenen Blumenformen thatsächlich in dem Verhältnis besuchen, wie es nach dem theoretisch angenommenen Anpassungsgrade zwischen diesen Bestäuber- und Blumenklassen der Fall sein müsste, d. h. ob z. B. die Bienen- und Hummelarten die sogenannten Bienen- und Hummelblumen auch ihrerseits in stärkerem Grade aufsuchen, als jede andere Blumenkategorie, desgleichen die kurzrüssligen Insekten die Blumen mit offenem und teilweise verstecktem Honig u. s. f. Es könnte ja die Anpassung auch als einseitig gedacht werden und etwa in der Weise erfolgt sein, dass die Blumeneinrichtungen sich bestimmt organisierten Insekten anbequemt hätten, ohne dass auf letztere ein biologischer Einfluss der Blumen zur Geltung käme; andrerseits könnte man auf den sogar von einzelnen Naturforschern geäusserten Gedanken kommen, dass etwa für jede Blumenart besondere Insektenspecies vorhanden sein müssten, welche ihre Bestäubung, sofern Kreuzung überhaupt erforderlich ist, bewirken. Diese Anschauungen werden durch die thatsächliche Beobachtung widerlegt. Zunächst ist der Fall überaus selten, dass ein bestimmtes Insekt und eine bestimmte Blumenspecies ausschliesslich aufeinander angewiesen sind, vielmehr kann fast in allen Fällen eine Blumenart durch eine verwandte, und eine als Bestäuber wirksame Insektenspecies durch ähnlich gebaute Arten aus ihrem Verwandtschaftskreise ersetzt werden. Ohne diese gegenseitige Vertretung verwandter Arten unter sich wäre es unter anderem unbegreiflich, wie manche ausländische, bei uns im Freien wachsende, z.B. aus Nordamerika eingeführte Pflanzen mit Insektenblüten reifen Samen ausbilden könnten, was sie doch zweifellos thun, weil die nordamerikanischen Insektenarten durch unsere einheimischen wenigstens in vielen Fällen ersetzbar sind. Letzteres wurde auch durch direkte Feststellungen vom Verfasser dieses Aufsatzes im Botanischen Garten zu Berlin bestätigt. Einer bestimmten Insektenspecies, die z. B. wie viele *Bombus*- und *Psithyrus*-Arten im männlichen Geschlecht, Distelblüten zu besuchen gewohnt ist, kommt es in der Regel gar nicht darauf an, ob sie es mit einer *Cirsium*-, *Carduus*- oder *Onopordon*-Art zu thun hat, ja in vielen Fällen begnügt sie sich mit irgend einer sammelblütigen Pflanze von ähnlicher Blütezeit. Die meisten Fliegen und kurzrüssligen Insekten treffen überhaupt keine andere Auswahl, als dass sie sich auf Blumen mit offenem oder etwas verstecktem Honig

mit Vorliebe einfinden, während sie an Bienen- und Hummelblumen durch die Einrichtung derselben vom Honiggenuss ausgeschlossen sind, und wenn sie dennoch an eine solche Blüte herangehen, sich höchstens mit Pollenausbeute begnügen oder unverrichteter Sache und ohne Erfolg für die Blüte selbst wieder abziehen müssen. Schon aus der Reihe der eben angeführten Thatsachen geht hervor, dass die Anpassung nicht zwischen Insektenart und Blumenspecies, sondern zwischen einer ganzen Insektengruppe und der ihr entsprechenden Blumenklasse sich abspielt; eine offene Honigblume kann von einer anderen, ein kurzrüssliges Insekt durch ein zweites aus einer ganz abweichenden Familie oder Ordnung vertreten werden. Je höher der Anpassungsgrad sich steigert, desto enger werden die beiden Kreise der aufeinander angewiesenen Blumen- und Insektenformen, aber es sind stets Kreise, die in steter Wechselbeziehung zu einander stehen, so dass eine Veränderung des einen gleichzeitig auch einen Einfluss auf den andern ausübt. Kurz — die Anpassung ist eine gegenseitige und nicht eine specifische, sondern generelle. Durch statistische Vergleichung einer grössen Zahl von Besuchsfällen, welche H. Müller und auch der Verfasser dieses Aufsatzes gesammelt haben, hat sich das übereinstimmende Resultat ergeben, dass die vorgetragene Anschauung allein den Thatsachen gerecht wird: überall bevorzugen die exquisit ausgerüsteten langrüssligen Insekten auch die hochorganisierten Blumenkategorien, sowie umgekehrt die untüchtigen Blumengäste auf den Blüten mit leicht zugänglichem Honig das Hauptkontingent der Besucher bilden. Man muss sich jedoch vor der Annahme hüten, dass etwa der Verkehr der Insekten an Blumen ausschliesslich durch die Rüssellänge in mechanischem Sinne geregelt wird, indem z. B. ein Besucher mit kurzem Saugorgan den in einer längeren Blumenröhre geborgenen Honig unmöglich zu erreichen vermag. Ebenso schliesst natürlich eine sehr gesteigerte Rüssellänge wie z. B. bei Hummeln und Schwärmern dieselben von der bequemen Ausbeutung der Blüten mit flach liegendem Honig aus. Endlich sind auch in der gesamten Körperdimension eines Besuchers gegenüber den Grössenverhältnissen einer bestimmten Blume der Ausbeutung mechanische Schranken gesetzt. Allein alle diese Hindernisse regulieren den Blumenverkehr der Insekten nicht ausschliesslich. Vielmehr treffen viele in ihrer Gesamtorganisation d. h. sowohl im Bau und der Länge der Mundteile, als in der Körpergrösse

übereinstimmende Insekten z. B. manche Arten der Gattung *Andrena* trotzdem eine verschiedene, nur durch biologische Besonderheiten erklärbare Blumenauswahl. Auch dieser Satz lässt sich durch die statistische Erhebung der Blumenbesuche zweifellos nachweisen, indem z. B. bei den Hummeln die Blumenauswahl der Männchen und Weibchen sich deutlich verschieden und ihrer biologischen Sonderaufgabe entsprechend verhält. Innerhalb der Gattung *Andrena* giebt es ferner Arten, die einen ganz beschränkten Blumenkreis aufsuchen neben solchen, im übrigen gleichausgerüsteten, welche sich durch grosse Vielseitigkeit ihrer Auswahl auszeichnen. Auch die Art des Nestbaues, die Flugzeit, starkes Pollenbedürfnis der Larven und andere biologische Faktoren haben einen ganz deutlichen Einfluss auf die Bevorzugung gewisser Blumenformen. Man muss es daher sich zur Regel machen, jede individuelle Eigenschaft eines Blumenbesuchers zu berücksichtigen und z. B. nicht etwa sämtliche langrüssligen Bienen als eine gleichartige, nur nach Massgabe ihrer Rüssellänge auswählende Gruppe anzusehen. Wenn letzteres behufs statistischer Erhebungen trotzdem zu geschehen pflegt, so ist nicht zu vergessen, dass dies nur als Notbehelf benutzt wird, um eine grössere Zahl von Beobachtungsfällen einheitlich zusammenfassen zu können.

Bei statistischer Feststellung von Insektenbesuchen an einer bestimmten Pflanze ist die grösste Sorgfalt darauf zu verwenden, dass dieselben, soweit dies auf einem eng begrenzten Gebiete durchführbar erscheint, möglichst vollständig ermittelt werden; hierzu muss man unter Umständen eine Pflanze stundenlang überwachen und auch ein Aufsuchen derselben Pflanze zu verschiedener Tageszeit und unter verschiedenen Standortsbedingungen nicht verabsäumen. Bisweilen werden honigarme Blüten nur beim ersten Aufblühen besucht und später von ihren Gästen vernachlässigt; auch das Versäumen der richtigen Tageszeit, das lokale Gebundensein bestimmter Insekten an enge Wohnplätze usw. können Veranlassung werden, dass die nach der Blütenkonstruktion zu erwartenden Bestäuber einer Blume dem Beobachter auch bei eifrigstem Suchen entgehen. Die Zusammenstellung der einzelnen Beobachtungen kann entweder nach Blumenarten oder Insektenarten geschehen, da beide Anordnungen bestimmte Vorzüge darbieten. Die Berechnung pflegt man nach H. Müllers Vorgang in der Weise vorzunehmen, dass nur diejenigen Besuche gezählt werden, welche eine

Insektenspecies an einer bestimmten Blumenart ausführt. Zwar bleibt dabei die Zahl der individuellen Besuche unermittelt, welche die Blume von den Besuchern derselben Species erfährt und von denen ihre Fruchtbarkeit oft in höherem Grade abhängt, als von den Besuchen minder zahlreicher, zu verschiedenen Arten gehöriger Individuen; wollte man jedoch die Individuenbesuche wirklich zählen, so würde man wenigstens bei gewissen, sehr stark von Insekten besuchten Pflanzen mit zahlreichen Blumen die Unmöglichkeit dieser Aufgabe bald einsehen. Auch hat sich thatsächlich gezeigt, dass die Zählung der Besuchsfälle je nach Pflanzenart und Insektenspecies ein unseren theoretischen Vorstellungen vollkommen entsprechendes Bild in bezug auf die Auswahl bestimmter Blumenformen durch die ihnen angepassten Insekten ergiebt; bei einer unbrauchbaren Zählmethode könnte dies keineswegs der Fall sein. Dass die prozentischen Zahlenwerte, welche verschiedene Beobachter auf ungleichen Beobachtungsgebieten — also mit mehr oder weniger verschiedenem Blüten- und Insektenmaterial — festgestellt haben, unter sich nicht vollkommen übereinstimmen können, liegt auf der Hand. Man hat die erhaltenen Zahlenwerte auch weniger auf ihren absoluten Wert, als auf die Reihenfolge zu prüfen, in welcher die verschiedenen Blumenkategorien ausgewählt werden. Beispielshalber führe ich das Resultat von statistischen Erhebungen an, welche von H. Müller und mir unter ganz verschiedenen äusseren Bedingungen angestellt wurden. Es führten nämlich 9 verschiedene Bombus-Arten unter 100 Blumenbesuchen aus:

	Nach Müller		N. d. Verf.	
An Bienenblumen	55,5	Besuche	62,9	Besuche
„ Blumengesellschaften	16,3	„	24,5	„
„ An Blumen mit völlig geborg. Honig	15,6	„	5,9	„
„ An Blumen m. teilw. Honigbergung	5,1	„	3,7	„
„ Blumen mit offenem Honig	3,5	„	0,7	„
„ Windblüten und Pollenblumen	2,7	„	1,5	„
„ Falterblumen	1,3	„	0,7	„

Wie man sieht, ist die Reihenfolge in der Auswahl — abgesehen von einer unbedeutenden und leicht erklärbaren Abweichung bei den Blumen mit offenem Honig und den Windblüten — genau dieselbe und zugleich eine solche, wie sie nach unsern theoretischen Vorstellungen über das gegenseitige Verhältnis zwischen langrüssligen Apiden und einseitig ihnen angepassten Bienenblumen erwartet werden muss. Eine derartige, auch in vielen anderen Fällen konstatierte Uebereinstimmung zwischen

ganz unabhängigen Beobachtungsreihen ist der beste Beweis für die Richtigkeit der Theorie.

Eine zweite wichtige Frage bezüglich der Blumenauswahl, welche sich nur auf statistischem Wege ermitteln lässt, betrifft die Bevorzugung gewisser Blumenfarben durch bestimmte Insektengruppen. Wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Insektenaugen vorzugsweise für Helligkeitsunterschiede empfindlich sind und infolgedessen die Farben wahrscheinlich als verschiedene Qualitäten der Lichtintensität wahrnehmen, so erscheint es durchaus verständlich, dass die Mehrzahl der Insekten besonders durch helle Blumenfarben angelockt wird und nur eine Minderzahl der hochangepassten, langrüssligen Bienen und Falter auch den wenig leuchtenden, roten, blauen und violetten Farbentönen grössere Beachtung zu teil werden lässt. Damit steht in Zusammenhang, dass in unserer deutschen Flora unter den Bienen- und Hummelblumen gerade die zuletzt genannten Farben am häufigsten vorkommen. Da endlich eine reichere Entfaltung der Saftmalzeichnungen ebenfalls nur bei hochangepassten Blumen auftritt, so muss eine Beziehung zwischen der Qualität der Blütenfärbung und den physiologischen Eigenschaften der verschiedenen Insektenaugen vorhanden sein, deren nähere Kenntnis uns zur Zeit allerdings noch versagt ist. Es hindert dies jedoch nicht, die Farbenauswahl der Blumenbestäuber durch thatsächliche Feststellungen in verschiedenen Gebieten näher zu ermitteln.

Auch eine Reihe anderer Fragen auf dem Gebiete der Blütenbiologie harrt noch ihrer Lösung, wie zunächst die, auf welche Weise sich unter ganz verschiedenen Klimaten die Wechselbeziehung der Blumen und ihrer Besucher regelt. Zwar sind eine Reihe von Einrichtungen tropischer Blumen bekannt, deren Bestäubung teils die Vermittlung der Vögel (Kolibriblumen), teils die der Schnecken (bei manchen Aroideen) zu beanspruchen scheint. Allein eine umfassende Untersuchung dieser Anpassungsbeziehungen in den Tropen steht noch aus. Ebenso sind durch Warming nur die ersten Anläufe gemacht, die Bestäubungsvorgänge in den arktischen Ländern einer genaueren Analyse zu unterwerfen. — So sind überall auf dem Gebiete der Blütenbiologie noch zahlreiche Rätsel vorhanden, deren Lösung eine immer steigende Zahl von Beobachtern nötig macht. Freilich gehören dazu vorhergehende gründliche Studien in unserer heimatlichen Fauna und Flora, zu welchen anzuregen ein Hauptzweck dieses Aufsatzes war.



GEBR. KIESAU, BERLIN SW., KOCHSTR. 75.





5

Das

‚glaziale' Dwykakonglomerat Südafrikas

von

Dr. F. M. Stapff.

Separat-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift"
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1889.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

[illegible] BERLIN SW., [illegible]

Man möchte an die chinesische Delikatesse „Eis in brennender Sauce“ denken, wenn von einer Glazialformation des Kaplandes die Rede ist, zumal von einer der Karbonzeit angehörigen. Als Beleg kann ich jedoch in nebenstehendem Holzschnitt ein Gerölle aus dieser Formation vorführen, welches so charakteristische Kritzen trägt, wie beispielsweise das auf S. 5 Bd. II der „Naturw. Wochenschrift“ abgebildete Geschiebe aus der „Grund-



moräne“ des skandinavischen Landeises im norddeutschen Flachland. Ich verdanke das Stück, von Elandsfontein bei Griquatown in Griqualand-West, der Güte des Herrn J. Noble, Sekretärs beider Häuser des Kap-Parlaments. Eine ganze Sammlung gleichartiger Geschiebe und des Konglomerats, dem sie entstammen sollen, habe ich unter den Belegstücken zu E. J. Dunn's geologischen Karten der Kapkolonie auf der 1886 Colonial and Indian Exhibition zu London gesehen (Catalogue of Exhibits; Cape of Good Hope Nr. 109 p. 113).

Die Steinkohlenformation Südafrikas.

Im I. Band des „Antlitz der Erde", S. 501 f., hat E. Süss den geologischen Bau Südafrikas, besonders auch des grossen Karoobeckens „mit einer zuweilen sehr mächtigen Anhäufung grosser Blöcke, welche zuerst Sutherland als vom Eis herbeigetragen darstellte, und der permischen Eisdrift Englands verglich", so klar und bündig geschildert, dass ich mich auf einige Zusätze beschränke, eine Diskussion der Ergebnisse der späteren Forschungen A. H. Green's (Report on the Coals of the Cape Colony; presented to both Houses of Parliament by command of his Excellency the Governor; 1883) und E. F. Dunn's (Report on a supposed extensive deposit of Coal, underlying the Central districts of the Colony; presented etc. April 1886). Die älteren grundlegenden Arbeiten von Bain, Wyley, Jones, Tate, Stow, Sutherland, Griesbach u. a. findet man (z. Tl. auszugsweise) in The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XXIII, 1867; XXVI, 1870; XXVII, 1871; u. a.

Green's Profil.

Dem Berichte Greens ist das in der Beilage verkleinerte und durch Ausschnitte verkürzte Profil beigefügt, welches sich in nordöstlicher Richtung von den Zwartbergen bis über Molteno hinaus, reichlich 300 miles weit, in das Karoobecken erstreckt. Auf die stark zusammengefalteten Quarzite und Schiefer des Zuurbergs folgt übergreifend Dwykakonglomerat*), gegen das Becken einfallend. Darauf (discordant?) die Eccabeds; von Dunn so benannt nach dem Eccapass, zwischen Grahamstown und Fort Beaufort, dem Lower Karoo Bains entsprechend. Sie bestehen aus purpurrotem oder getupftem Thonstein, wenig Schiefer, feinkörnigem, kompaktem, hartem quarzitischem Sandstein, welcher bei der Verwitterung sphäroidal ablöst, ausnahmsweise sandigem Kalkstein (Prince Albert, Prince Alberts Road station). Die Eccabeds sind gefaltet und zwar südwärts am stärksten und steilsten mit ost-westlichen Medianlinien. Sie nehmen den etwa 3000′ hohen Plateaugürtel ein, welcher nordwärts an dem Nieuweveldt-Camdeboo-Winterberg (7800′ engl.) Höhenzug absetzt, und teils fast eben, teils entschieden hügelig ist.

---

*) Das Dwykakonglomerat Dunn's, welches er jetzt für glazial anspricht, wird weiter unten eingehender geschildert werden.

durch lange, den ausstreichenden Sandsteinschichten konform E—W verlaufende Parallelrücken.

Auf die Eccabeds folgen die Karoobeds (Bain's Upper Karoo), und zwar discordant, wie Dunn schon 1879 (Report on the Camdeboo and Nieuweveldt Coal p. 6) zeigte, und Green auf p. 25 seines Berichtes durch Abbildung des unmittelbaren Kontaktes in einem Aufschluss auf Rabiesfarm bei Aberdeen belegt. Den tieferen Horizont der Karoobeds nehmen die Kimberleyshales ein, dunkele Thonschiefer ohne eigentliche Sandsteinschichten, aber mit dünnen Kalklagen und gelegentlichen Kohlenschmitzen. Die Kimberleyshales sind nicht nur bei Kimberley, sondern auch am Südrand des Beckens am deutlichsten nördlich von Camdeboo entwickelt. Die eigentlichen Karoobeds liegen teils unmittelbar auf den Eccabeds, teils die Kimberleyshales übergreifend. Sie bestehen überwiegend aus roten, auch grünfleckigen (Oliveshales Stows) und streifigen, seltener grauen, Schiefern mit dünneren Zwischenlagen von feinkörnigem, feldspathreichen, nicht quarzitischem, hellbräunlichem Sandstein, welcher nicht die auffällige sphäroidale Verwitterungsablösung der Eccasandsteine zeigt. Da die Schiefer bei der Verwitterung flach abböschen, die Sandsteinzwischenlagen aber steilrändig stehen bleiben, so besitzen die Karooberge treppenförmige Profile mit langen flachgeneigten Stufenflächen (Schiefer) und steilen niederen Absätzen (Sandstein), und an ihren Gehängen verlaufen die ausstreichenden, schwebenden Sandsteinschichten als schmale Bänder.

Die Moltenobeds (Stormbergbeds) lagern schwebend auf den Karoobeds. In ihnen herrschen fein- bis grobkörnige quarzige (nicht feldspäthige) Sandsteine vor; mit Konglomeratschichten, und untergeordneten Schieferflötzen von dunkelgrauer, ausnahmsweise rötlicher, Färbung. Den vorherrschenden Quarzsandsteinen verdanken die Berge dieser Formation ihre schroffen Steilabbrüche („Krants"), welche durch die schmalen Schieferbänder nur wenig abgestuft sind.

Die dann noch folgenden Redbeds, Cavesandstone, Volcanicbeds kommen hier nicht weiter in Betracht. Sie sind u. a. in einem Bericht des Colonial Mining Engineer's: on the Coalfield of the Stormbergen, 1878, beschrieben.

Die flachgelagerten Sedimentgesteine vom Dwykakonglomerat aufwärts sind von Eruptivgesteinen durch-

setzt und vielorts deckenförmig überlagert, welche Dunn auf der Karte zu einem Bericht: upon recent coalborings in the Camdeboo and Stormberg, 1883, als Dolerit bezeichnet; obwohl sie bekanntlich petrographisch verschiedenartiges umfassen. Auf der Colonial Exhibition sah ich derben Orthit von Colesberg, aus einem solchen Eruptivgang im oberen Karoo.

Kohlen.

Die Stormberg- oder Moltenobeds enthalten sämtliche bis jetzt in der Kapkolonie bekannte abbauwürdige Steinkohlenflötze; und zwar scheint der eigentliche produktive Horizont 300—400′ über den obersten Karooschichten zu liegen, was die absolute Höhe der einzelnen verworfenen Flötzabschnitte auch sein mag. Ob noch höhere oder tiefere produktive Etagen bestehen, ist wenigstens sehr zweifelhaft und, nach dem Ergebnis bisheriger Bohrungen, unwahrscheinlich. Die Kohlengruben der Kapkolonie liegen in zwei Distrikten: Molteno am Westende und Indwe am Ostende der Stormberge; und obwohl die Flötze beider demselben obenbezeichneten Horizont angehören, so scheint es doch noch fraglich ob sie sich bauwürdig von dem einen zum anderen Distrikt erstrecken. Green glaubt, dass sie gesonderten Becken (aber in gleichem geologischem Horizont) angehören, von denen das Moltenobecken näher dem Rand, das Indwebecken dagegen mehr im Inneren des kohlenführenden Schichtenkomplexes liege, weshalb die Kohle des letzteren auch mächtiger, regelmässiger abgelagert und reiner sei als die des ersteren. Die in Abbau genommenen Flötze bestehen aus vielen, durch Zwischenmittel getrennten, bis 2′ mächtigen Kohlenbänken, von denen die Unterbank am mächtigsten zu sein pflegt. Die Indwegrube (S. E. von Dordrecht) arbeitete z. B. Kohle 6″, Schiefer 7″, Gute Kohle 6″, Schiefer 13″, Kohle 2′ 4″ (mit einem viertelzölligen Schiefermittel); die Cyfergatgrube (Moltenodistrikt): 8″, 4″, 17″ Kohle, ausser einer 7½″ dicken Dachschale; die Fairviewgrube (Moltenodistrikt): schlechte Kohle (stehen gelassen) 6″, Oberbank 8″, Schiefer 4″, Mittelbank 4″, Schiefer 4″, Unterbank 15″, wovon 2½″ Schmiedekohle; die Vicegrube (Moltenodistrikt): Kohle 6″, Schiefer 6″, Kohle 10″, Schiefer 10″, Kohle 14″. (Diese Ziffern, welche mit den von Green und Dunn angeführten im wesentlichen übereinstimmen, sind dem

bereits erwähnten Ausstellungskatalog, p. 119, entnommen). Die Kohlen lassen beim Lokomotivbetrieb 28—44 % Rückstand*), sind aber leicht abzubauen, und bestehen als Lokomotivkohlen die englische Konkurrenz**).

Dunn schätzt den Kohlenvorrat unter 2560 acres des Indwefeldes zu 8,480,000 tons; der Ausstellungskatalog giebt für das Moltenofeld 40,000,000 tons an.

Dass die übrigen, auf obenstehendem Profil verzeichneten, Glieder des Karoobeckens abbauwürdige Kohlenflötze umschlössen, stellt Prof. Green in Abrede. In den Quarziten sind nur irrelevante Striemen und Kluftüberzüge kohliger Substanz bekannt, z. B. bei Grahamstown; im Dwykakonglomerat nichts; in den Eccabeds bei Aberdeen unbedeutende gangartige Vorkommnisse von sehr reiner anthracitischer Kohle, welche vermutlich von einem verworfenen Flötze in die Verwerfungsspalten hineingezerrt ist. Doch hat man das Flötz nicht erbohren können, weder in den Eccabeds (256′), noch in den unmittelbar an der Fundstelle aufgelagerten Karoobeds. Auf der Oberfläche der Eccabeds wurden ferner, bei Beaufort West, kleine Kohlenfragmente fleckenweis zerstreut gefunden, welche vielleicht aus denudiertem Karoo zurückgeblieben sind(?). Auch habe ich auf dem Kontor des Herrn Dawson, Kapstadt, grosse aus der Nähe von Beaufort West eingesandte Stücke von Blätterkohle gesehen, welche wie aus Equisetiten zusammengefilzt erschienen, also eher auf Moltenobeds deuteten als auf Karoo. Die Kimberleyshales, welche in den Diamantgruben 240′ mächtig aufgeschlossen sind, enthalten zwar 9—10 % Kohlenstoff und können deshalb durch die Zersetzung von eingesprengtem Schwefelkies gelegentlich in Brand geraten; aber sie umschliessen nur selten bis 6″ mächtige, 20′ breite, lentikuläre Einlagerungen, welche

---

*) Die kohlige Substanz der Moltenokohle enthält: Kohlenstoff 89,65, Wasserstoff 3,89, Stickstoff und Sauerstoff 6,46. Im ganzen besteht diese Steinkohle aus: Kohlenstoff 66,7, Wasserstoff 2,9, Stickstoff und Sauerstoff 4,9, Asche 25,5; und ergiebt bei der Probe: Feuchtigkeit 1,5, Gase 9,8, Coaks 90,2, Asche 25,5, Schwefel 0,9. Green l. c. p. 18 u. 19.

**) Nach dem „Official handbook of the Cape of Good Hope“ by John Noble, 1886, hat

Indwe Kontrakt mit der Regierung auf eine monatliche Lieferung von 200 tons à 25 sh.;
Vice auf 300 tons à 16 sh.;
Fair View auf 300 tons à 17 sh. oder 500 tons à 16 sh.;
Cyphergat auf 500 tons à 16 sh. (förderte 1884/85 7033 tons)

aus wechselnden dünnen Blättern von Kohle und Schiefer bestehen; manchmal auch fossiles Holz. Die Aufschlüsse der Diamantgruben und besondere Schürfe (z. B. Boskop, 120′ tief) haben nicht zur Entdeckung von Kohlenflötzen in den Kimberleyshales geführt. In den die Stormbergbeds überlagerenden Redbeds, Cavesandstone, Volcanicbeds ist noch keine Kohle gesucht oder gefunden worden. Doch kannte schon Bain unregelmässige Streifen und Nester von kohliger Substanz (auch Holz in Gagat verwandelt), in einem sehr jungen Sandstein auf Vlakte Platts, im Bett des Olifantrivers. Dies Vorkommnis dürfte wohl den unbedeutenden Lignitflatschen an die Seite gestellt werden, welche man in Sandhügeln am Elsies river, etwa 12 miles von Capstadt, sieht.

Dunn's Kartenskizze von 1886.

Die dem eingangs erwähnten Bericht Dunn's (on a supposed extensive deposit of coal etc.) beigefügte sketchmap (40 miles = 1 inch) habe ich in der Beilage auf einen Massstab reduziert, welcher leichten Vergleich mit dem Kärtchen von Suess (I p. 501) ermöglicht; und Nachstehendes ist ein kurzgefasster Auszug aus dem Bericht, ohne Zusätze meinerseits. Es kommen Widersprüche vor, nicht nur zwischen der hier vorliegenden und Dunn's älterer Karte; sondern auch zwischen seinem letzten Bericht und früheren von ihm selbst, von Green, North, Molyneux, welche gleichfalls im Auftrag der Kapregierung die Kohlenfelder untersuchten. Doch enthält diese seine Schlussarbeit nicht nur das Fazit der Resultate fünfzehnjähriger Forschungen, sondern auch eine „Entdeckung, durch welche ein neues unerwartetes Licht auf die Geologie Südafrikas geworfen worden ist, die Entdeckung, dass das glaziale Konglomerat des Kijen-Veld und des Nordens der Kolonie und das Dwyka-Konglomerat südlich vom Karoo ein und dasselbe Gestein sind, welches Rand und Boden eines weiten Bassins bildet*). Dadurch kommt eine bisher ungeahnte Symmetrie und Vollständigkeit in den Aufbau Südafrikas. Die Diamantgruben Kimberleys und des Freistaates gehören den Lower Karoobeds am Fuss der Reihe an, nicht dem Upper Karoo, wie man bisher annahm. Die mächtigen schwarzen Kimberleyshales können nun ohne Schwierigkeit mit den schwarzen graphit-

*) Leider teilt Dunn über die Profile bei Hopetown und am Zusammenfluss des Vaal- and Orangerivers, welche die Identität beweisen sollen, nichts mit.

führenden Schiefern auf der Südseite des Karoo, bei Buffelsriver u. a. O., identifiziert werden; die Verwandlung der Kohle in Graphit ist durch die Faltungsvorgänge zu erklären, denen Zuurberg und Zwartberg ihre Entstehung verdanken, und welchen auch die schwarzen Schiefer ausgesetzt waren. Sogar die bunten Thonschiefer am Kopf der Kimberleyshales sind an Buffelsriver, Mt. Stewart, Grahamstown und Pietermaritzburg (Natal) über den schwarzen Schiefern vorhanden. Das Vorkommen von Kohle zu Camdeboo (Aberdeen; siehe S. 7), unter eigentümlichen schwer verständlichen Verhältnissen, erklärt sich nun aus der Kontinuität der gegen die Beckenmitte von Nord und Süd einfallenden schwarzen Schiefer, welche also unter dem Kohlenfundpunkt hinziehen. Der mit diesen Kohlen reichlich auftretende Schiefer ähnelt äusserlich und durch seine Fossilien dem schwarzen Schiefer am Muldenrand. Die wahre Beziehung der Lower Karoo (und Ecca)beds zu den darauf folgenden Upper Karoobeds ist gleichfalls aufgeklärt.

„Die Lower Karoobeds waren zu einer gewissen Linie zusammengefaltet gefunden worden, dann folgten horizontal die Upper Karoobeds (mit Dicynodon) und man schloss auf Diskordans, annehmend, dass die Faltung der ersteren auch unter den letzteren anhalte. Dies ist aber nicht der Fall, sondern die gestörten gefalteten Schichten setzen gegen die ungestörten ab. Unter den ungestörten Upper Karoobeds liegen ungestörte Lower Karoobeds, denn beide sind konkordant; *in der That scheint keine Diskordans irgend welcher Art vom Dwykakonglomerat aufwärts durch die Lower Karoobeds, Upper Karoobeds, Stormbergbeds, mit ihrer Decke vulkanischer Gesteine, zu existieren*". Obwohl man früher das Dwykakonglomerat hunderte von Meilen weit wahrgenommen hatte, so wird seine wunderbare Verbreitung doch erst jetzt recht deutlich, seitdem es mit dem glazialen Konglomerat verknüpft ist; es dürfte den ganzen Boden der grossen Mulde bilden, welche sein Ausgehendes umrandet. Dieser Muldenrand ist nicht überall geschlossen; an der Ostküste fehlt er zwischen der Mündung des Gulana- und St. Johnsrivers, und das Karoo erreicht das Meer; eine andere Lücke, zwischen Tugela- und Vaalriver, wird durch Uebergreifen jüngerer Ablagerungen bedingt. Innerhalb der grossen Mulde nehmen die Stormberg-Kohlenfelder einen viel höheren Horizont ein als die schwarzen Schiefer.

Die Längenaxe der Mulde streckt sich ungefähr

den älteren Steinkohlen der südlichen Hemisphäre z. B. in New-Southwales und Queensland gleichgestellt werden, wo ausserdem gleichfalls noch jüngere (triassische) Kohlen vorkommen. Mag die ältere australische Kohlenformation dem Karbon oder der Dyas der nördlichen Hemisphäre äquivalent gesetzt werden: in beiden Fällen würde das Lower Karoo Südafrikas dyadisch, etwa Rotliegendes, sobald wir die davon getrennten Kimberleyshales den älteren australischen Kohlen gleichstellen, und (mit Dunn) nahe über das Dwykakonglomerat verlegen. Wyley rechnete die Lower Karooshales zum Karbon; der Quarzit des Zwartbergs, Zuurbergs etc. wird dem Tablemountainsandstein gleichgesetzt, also — je nachdem — für devonisch oder tief karbonisch gehalten. Jener von Tulbagh mit Calamiten, Equiseten, Lepidodendron ist karbonisch. Hieraus ergiebt sich immerhin mit einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit, dass das mitten zwischen (Devon oder Karbon) und (Karbon oder Perm) liegende Dwykakonglomerat karbonisch sei, etwa dem flötzleeren Sandstein entsprechend. So kommen wir zu folgender Gruppirung, welche nicht beansprucht für etwas anderes zu gelten als eine Vorstellung, die man sich gerne bildet um eigene Zweifel zu beschwichtigen, bis sie beseitigt werden können.

Dwykakonglomerat (und Eccabeds?), ohne Versteinerungen: flötzleerer Sandstein des Karbon.
Bruch fraglich.
Kimberleyshales; Glossopteris: (Karbon oder) unterste Dyas.
Lower Karoo; Saurier, verkieselte Hölzer: Rotliegendes.
Bruch.
Upper Karoo; Dicynodon u. a. Reptilien: Trias.
Conform.
Stormbergbeds; Phyllotheca, Equisetites, Cycadeen, Pecopteris, Reptilien (Dicynodon nicht): Rhaet.

Das Dwykakonglomerat (nach Dunn glazial).

Das Dwykakonglomerat*) (in dem erweiterten Sinn des Wortes) nimmt im Norden das Gebiet zwischen Prieska, Kimberley, Hopetown ein, wo sich die

*) So benannt nach Dwykariver bei Prince Albertsroad.

Flussthäler des Vaal und Orange vereinigen. Es umzieht sodann Doornberg und Ezelsberg auf der Südseite, und erstreckt sich, stellenweise 20—40 miles breit, westwärts durch Kijenveld und Buschmannland etwa bis zum 19. östlichen Längengrad. Hier, bei Leeuweklipfontein (südlich von Pella am Orange) wendet sich sein verschmälertes Band in S. und SSE., westlich vorbei Calvinia, entlang dem Fuss der Kabiskow-, Hantam-, Guaap-Berge bis Karooport, wo östlicher Kurs beginnt. Vorbei Prince Albert und Grahamstown, entlang den Zwartbergen, Zuurberg u. a., erreicht es NE. von Port Alfred, nahe der Mündung des Gulana (Great Fish-) rivers, den indischen Ocean. An der Mündung des St. Johnsrivers tritt es wieder heraus, passiert Umzimbuburiver nahe der Furt bei Richmond (Natal), dann Pietermaritzburg, und trifft Büffel- und Tugelarivers an ihrem Zusammenfluss.

Die nördliche Partie, von Kimberley bis Buschmannland, ist ungestört, fällt (mutmasslich) schwebend ein, und tritt deshalb breit und eben an die Oberfläche. In den Kimberleygruben liegt es 3—5′ mächtig zwischen den schwarzen Schiefern und dem harten Diabasgestein*). Zwei Meilen aufwärts von der Eisenbahnbrücke (Riet- and Modderriver-junction) liegt es gleichfalls auf Diabas. Eine Meile NW. von Mazelfontein (Vaal- and Orange-junction) auf Campbellrand-Schiefer und -Kalkstein; der harte Schiefer ist hier deutlich geschrammt, von dem Kalkstein sind die Reibungsspuren vermutlich wieder weggewittert („this surface formed part of the shelving floor of the lake; ice berges driven a ground by the wind scratched and grooved the rocks"). Eine Meile SW. von Tweefontein (Diep- and Orangeriver-junction) erreicht es 300′ Mächtigkeit, und wird von einem 2′ dicken Doleritgang durchsetzt. Am Vaalriver, nahe seinem Zusammenfluss mit dem Orange, liegen zahlreiche Gerölle in blaugrauem Schiefer des Lower Karoo (desgl. am Umzimbuburiver); und ein solches "linking in of two conglomerates" wird auch von Hopetown erwähnt, wo das Konglomerat abwärts in Grit und Sandstein übergeht. Bei Hopetown kommt übrigens noch ein jüngeres Konglomerat vor, mit Geröllen aus dem älteren, und von diesem nur durch das Mitauftreten jüngerer Gerölle nach vul-

---

*) T. P. Watson erwähnt aber nichts davon in seinem "Report upon the excavations at the Diamondmines of Kimberley and De Beer's", presented to both houses of Parliament etc. 1883; auch nicht auf den vielen diesem Bericht beigefügten Diagrammen.

kanischen Gesteinen mit weissen Mandeln und Chalcedon, zu unterscheiden. — Diese Daten habe ich einzeln aufgezählt, weil sie die Zusammengehörigkeit des nördlichen glazialen Konglomerats und des südlichen Dwyka argumentieren sollen. In dem nördlichen Revier liegt das Konglomerat bis 3500 oder 3700′ ü. M. (Bokkeveldberg WNW. von Calvinia 2809′, Pella am Orangeriver 1800′, Kenhardt 2670′, Kimberley 4220′).

Die Südgrenze des ungestörten Konglomerats ist ungefähr Bokkeveldkarro, westlich von Calvinia. Von da südwärts und dann ostwärts*) nimmt es an den Faltungen und sonstigen Störungen des Lowerkaroo teil, und erscheint nicht mehr als breite Zone, sondern in schmale Bänder getrennt (Flügel abrasierter Falten-Sättel). Auf der beiliegenden schematischen Kartenskizze sind solche nicht angedeutet; sie erscheinen z. B. bei Matjesfontein, Buffelsriver (W.R.R.), Willmore, Mt. Stewart (Graff Reinet R.R.), North Alicedale junction (Grahamstown R.R.), Botha's Hill. In diesem südlichen Zug liegt das Konglomerat höchstens 2000′ bis 3000′ ü. M.

Der östliche, vom St. John's (Umzimbubu) river bis zum Tugelariver sich erstreckende Zug scheint recht regelmässig und ungestört. Dagegen ist der von ihm durch Sprünge entlang den Quathlambabergen und der Küste (welche auch die ganze südöstliche Ecke der Karoomulde zwischen Gulana und St. John in die Tiefe gesenkt haben) abgetrennte Küstenstreifen von Dwykakonglomerat und Karoo, mehr gestört; das Einfallen desselben geht hier widersinnig in SE.

Die verschiedenen Bezeichnungen für das Dwykakonglomerat: Bain, claystoneporphyry; Wyley, trappean conglomerate and trappean ash; Sutherland, boulderclay; Pinchin, metamorphic conglomerate u. a. scheinen schon darauf hinzuweisen, dass Dunn unter einem gemeinsamen Namen verschiedenerlei zusammengefasst hat, wozu sich schliesslich noch das “glacial Conglomerate“ des nördlichen Kaplandes gesellte; und auch die in London ausgestellte Sammlung bot ein so buntes Bild, dass das charakteristische kaum herauszufinden war. Das Gestein von Prince Albert ist bläulich, hart, zähe, von schiefriger Struktur. Die daselbst (bei Matjesfontein) gefundenen gekritzten und geschramm-

*) D. h. da, wo auch auf den älteren Karten bereits Dwykakonglomerat ausgesetzt ist!

ten Kiesel und Gerölle waren lose, "weathered out of the rockconglomerate", viele derselben gespalten (in der Schieferungsrichtung des Gesteins), verschoben, zerquetscht und zerfallen — wie die zertrümmerten Geschiebe des Waldenburger Karbonkonglomerats! Das Gestein von Umgenibridge (Natal) ist ähnlich, aber mit Granatsand vermischt; auf der Nordseite desselben Flusses liegen Kiesel und Gerölle in gelbem Thon. Nach Sutherland (Quart. Journ. XXVI. 514) ist das Konglomerat in Natal 1200′ mächtig, liegt auf altem silurischem Sandstein, dessen freie Flächen geschrammt sind, während er unter dem Boulderclay wie eine halbplastische Substanz durchfurcht und aufgewühlt scheint (Stow's "whirled sandstone" bei Bongoloneck; l. c. XXVII. 497 f.). Aufwärts geht es in die Schiefer der Natalkohlenformation über. Das Cement ist kompakter, zäher, graublauer Thon oder loser Sandstein (mit Glimmerschüppchen; Griesbach). Die eingeschlossenen Geschiebe stammen durchweg aus der Nachbarschaft, und gehören keinen jüngeren Schichten an als dem Sandstein im Liegenden: Granit, Gneiss, Graphit (?), Quarzit, Grünstein, Thonschiefer. Mitunter sind Blöcke von 5—10 tons eingeschlossen. Es sind keine wirkliche Gerölle, obwohl geglättet und abgerundet an Ecken und Kanten, wie durch Abnutzung in einem „muddy sediment". Griesbach (l. c. XXVII. 58) glaubt, dass die Abrundung eher Folge von Verwitterung und Abschalung sei als von äusserer Abnutzung. Wellige Schichtung und ripplemarks sind häufig. Die Gerölle von Prince Albert sind Granit, Gneiss, Schiefer, Diabasmandelstein, Porphyrit; dazwischen Quarz und Sandstein aus der Nachbarschaft; grosse Blöcke fehlen daselbst und bei Grahamstown.

Bei Hopetown und im Buschmannland, bei Niekerk und Welgevonden, fand Dunn schon 1872 auf der Oberfläche zerstreute, aus mehr oder weniger verhärtetem grünlich-grauem Thon ausgewaschene, gekritzte Geschiebe und Gerölle. "This conglomerate is so unlike that at Prince Albert that the failure to identify their relation earlier is not surprising". Grosse Gerölle und Blöcke liegen über dem nördlichen Rand des Dwykakonglomerats zerstreut; am Diepriver von 2 tons Gewicht bis zum feinsten silt; Diabasmassen in situ sind zerborsten, "as though from intense frost". In dem nördlichen Gebiet kommen keine gespaltene und verzerrte Konglomerat-Geschiebe vor; dagegen viele Gerölle, gekritzt und

geschrammt, mit angeschliffenen Flächen, manche mit Eindrücken, abgebrochenen Kanten und Ecken; dazwischen kantige Blöcke, wenig oder nicht abgestossen. Die eingebetteten Gesteine sind teils aus der Umgegend, teils von entlegenen oder ganz unbekannten Fundstellen. Oestlich vom Doornberg keine Gerölle von gelbem Jaspis und Crocidolite (obwohl Hügel im Konglomerat daraus bestehen), westlich massenhaft, zusammen mit fremdem Material „ferner und ganz unbekannter Herkunft"! Von dem im Vaal- und Orangethal anstehenden Gesteinen sieht man Granit, Gneiss, Granulit, Schiefer, alten Kalkstein, Quarzit, Sandstein, Mandelsteine, Diabas, Porphyr, Porphyrit, Jaspis, Gangquarz. Manche Schiefer gleichen jenen der Goldfelder des Zwazilandes*), weshalb kleine Nuggets aus der „Nachbarschaft" des Konglomerats einem Golddistrikt entstammen dürften. Das eingangs abgebildete gekritzte Gerölle aus Griqualand besteht aus aphanitischem Diabas mit fester halbmillimeterdicker rostbrauner Verwitterungsrinde, welche die Schrammen nicht durchbrochen haben. Es scheint als ob die Oberfläche dieses Geschiebes erst nach erfolgter Schrammung gewittert sei. Das Cement, welches bei Hopetown und Dwykariver grobkörnig ist, besteht ausserdem aus feingeriebenem vulkanischen Gestein und schmitzt v. d. L.

Im vorgehenden habe ich die zerstreuten Notizen möglichst geordnet, namentlich auch solche hervorgehoben, welche die Identität des Dwykakonglomerats mit einem glazialen Konglomerat beweisen sollen, das sich nach Dunn's Meinung auf dem Boden eines 175000 Quadratmeilen grossen, 700 Meilen langen, 250 Meilen breiten Sees früher als die Karoogesteine abgelagert hätte. „Die Gegenwart eines glazialen Konglomerats von so hohem Alter — vermutlich karbonisch — ist an und für sich eine ausserordentliche Thatsache, denn sie beweist, dass zur Zeit seiner Bildung während einer langen Periode dicke Eisberge auf diesem See existierten, viel näher dem Aequator als sie jetzt würden existieren können. (Vaal- and Orangerivers junction liegt 29° 10′ S. Br.). Dadurch sind klimatische Schwankungen angedeutet, welche nur jenen in der Nähe des Nordpols parallelisiert werden können, wo zur Tertiärzeit eine subtropische Flora gedieh". (Dunn, l. c. p. 8.)

*) Jenseits der Draakenberge.

Fragen.

Zwei Fragen knüpfen sich unmittelbar an die hier resumierte Darstellung, dass das Dwykakonglomerat, als Liegendes der Karooschichten, durch Gletscher und Eisdrift der Karbonzeit zusammengeführt sei: Ist das s. g. „glacial conglomerate“ im Buschmannland, und sonst im Norden der Kapkolonie, identisch mit dem Dwykakonglomerat, welches nach Green's Profil im Süden die Eccabeds unterlagert? Ist die Annahme haltbar, dass bei Bildung des letzeren Gletscher wirksam waren? Die erste Frage scheint mir nach Dunn's eigenen Schilderungen eher verneint als bejaht werden zu müssen; womit aber nicht gesagt sein soll, dass im Norden ein Aequivalent des südlichen Dwykakonglomerats überhaupt fehle, sondern nur: dass die petrographische Uebereinstimmung und der tektonische Verband nicht erwiesen sind, welche dazu berechtigen könnten in dem Geschiebelehm des Buschmannlands, Kijenvelds, Griqualands etc., (woher die gekritzten Gerölle stammen), dies Aequivalent zu vermuten. Wenn in den Kimberleygruben zwischen blackshales und hard rock eine 8′—5′ mächtige Schicht "of light grey colour, enclosing the usual description of pebbles etc.“, liegt, welche Schicht Watson, der offizielle Berichterstatter dieser Gruben, nicht einmal erwähnt, und aus welcher auch Dunn geschrammte Gerölle nicht zitiert, so ist damit nicht erwiesen, dass das viele Meilen weit westlicher, oberflächlich, vorkommende "glacial conglomerate“ zwischen die blackshales und hard rocks der Diamantgruben einschiebe, nicht einmal wenn die daselbst angegebene Schicht dem Dwykakonglomerat des Südens entspräche. Das "linking in“ des glacialen Konglomerats bei Hopetown etc., in die Karoobeds nach oben und Quarzsandsteine nach unten, entspricht dem von Natal beschriebenen; aber aus den bei Hopetown zwischengeschobenen Konglomeratschichten werden ebensowenig gekritzte Geschiebe erwähnt wie aus jenen Natal's; wie denn solche überhaupt nur als oberflächliche, aus dem Konglomerat ausgewitterte angeführt sind. Vielleicht steht das gleichfalls von Hopetown erwähnte jüngere Konglomerat, mit Geröllen aus dem älteren nebst Geröllen der jüngsten vulkanischen Gesteine, dem „glacial conglomerate“ näher, als das zwischen Karoobeds und Grit auftretende. Es wäre dann dem "Enonkonglomerat“

Stow's analog, worüber weiter unten. Enthält dies jüngere Hopetownkonglomerat etwa gekritzte Doleritgeschiebe? Ein gewichtiger Grund gegen die Identität von „glacial conglomerate“ und Dwykakonglomerat ist das vulkanische (aschige) Cement des ersteren und das Vorkommen fremder Geschiebe in ihm, welche dem Dwykakonglomerat von Natal und Prince Albert ausdrücklich abgesprochen werden. Die ripplemarks des letzteren lassen schliessen, dass es keine Grundmoräne ist; die Schrammen auf seinem Bettgestein sollten nur dann mit Dwykakonglomerat in Zusammenhang gebracht werden, wenn sie mit solchem eingehüllt sind oder waren. Obwohl Dunn schon 1872 den Geschiebelehm des Buschmannlandes und Kijenveld's kannte, so endete auf seiner älteren Karte das Dwykakonglomerat doch plötzlich westlich von Calvinia; und erst 1886 bildet nach ihm derselbe blaugraue Lehm mit geschrammten Geröllen die Fortsetzung weiter nordwärts.

Das Zusammenschlagen so heterogener Dinge findet eine natürliche Erklärung in dem örtlichen Zusammentreffen von zwei gleich rätselhaften Erscheinungen, welche man, je für sich, durch ähnliche, wenn auch zeitlich weit auseinander liegende, Vorgänge zu erklären gesucht hatte. Das Dwykakonglomerat des Natal, in seiner Weise ebenso sonderbar wie z. B. das Culmkonglomerat des Eulengebirges oder die Nagelfluhe der Schweiz in ihrer Weise, sollte heimlichen glacialen Ursprungs sein*); der mit ihm zusammen vorkommende Geschiebelehm besass alle Merkmale echter glacialer Herkunft — also wurden beide von Dunn vereinigt, und der Verbindung entstammte die karbonische Eiszeit Südafrikas.

Die diluviale Eiszeit Südafrikas.

Wenn Erscheinungen des Diluviums ohne Eis nicht mehr erklärt werden dürfen, weil gleiche oder ähnliche Erscheinungen wohl auch an Gletschern vorgekommen sind, so muss man allerdings mit einer Eiszeit des südlichen Afrikas rechnen, wofür Stow viele Belege anführte (Quarterly Journal XXVII, 1871 S. 538), schon ehe die geschrammten Geschiebe aus Griqualand etc. bekannt wurden. Stow hielt die Becken nebst ihren (jetzigen Thalzügen nicht immer konformen) Verbindungshälsen,

---

*) "Dr. Sutherland thought it probably a glacial conglomerate, but could not find actual evidences of its being so".

überhaupt die Profilirung des Karoogebietes, für Ausschnitte aus dem Plateauganzen, welche Gletscher bewirkt hätten; und er schloss aus nordwärts oft rundlichen, südwärts steil abgebrochenen, Bergprofilen sowie aus nach S. und SE. sich öffnenden Thalmulden, dass die Gletscherbewegung hauptsächlich von Nord nach Süd gerichtet gewesen sei. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass schon viele Verwerfungen beobachtet worden sind, welche die Identifizierung einzelner Karoohorizonte erschwerten, und dass solche Sprünge auch die Grundzüge der durch nachmalige Denudation beendeten Oberflächengestaltung bestimmt haben mögen. Rundhöcker und geglättete Klippflächen, welche Stow weiter hervorhebt, beweisen an und für sich nichts für Gletscherthätigkeit, am wenigsten in Südafrika, wo entsprechende Phänomene in grösster Mannigfaltigkeit durch Abschalen und Sandblasen hervorgebracht werden. Geschrammte Klippflächen (Reitpoort in der Tarka; Ifumi R. u. a.; Durban (nach Griesbach); ausser den bereits a. a. St. gelegentlich erwähnten), sind schon bessere Kriterien, für Muhren mit der ohne Eismaske, und in höherem Grad gilt dies von moränenartigen Schutt- und Geröllean-häufungen (Langfield: 60—70′ hohe Hügel von „Drift", Geröllen, ungeschichtetem Thon mit grossen und kleinen Geschieben; Bolotwa: 70—80′ hohe isolierte „Kopjes" aus groben in Lehm gepackten Blöcken und Geschieben; Inguobo: 90—100′ hoher und 900—1000 yards breiter Geröllerücken, teils auf Schiefer, teils auf "whirled sandstone" abgesetzt; Schaapkraalhoek: Geschiebelehm auf "whirled sandstone"; Lady Grey: mitten in einem 4—5 Meilen breiten Thal 12—14 kolossale Findlinge, 10—12′ aus dem Boden hervorragend; Kaka- und Kromeberge: Lehmflächen, dick bestreut mit kantigen Geschieben; Beaufort: derselbe ungeschichtete Lehm. 30—40′ dick; Lower Albany: über weite Flächen zerstreute Kanter besitzen mitunter eine oder mehrere polierte Flächen, deren Politur die Bauern wilden Ziegen zuschreiben, die sich an den Steinen gerieben hätten. Auch das sogenannte Enonconglomerat von Witwaterriver und Georgedistrikt gehört vielleicht hieher; es besteht aus runden, in roten Thon oder zarten roten Sand gepackten Geröllen. U. s. f.) Stow schliesst: „Hier liegen Phänomene vor, welche sich nicht wohl durch gewöhnliche atmosphärische und hydrodynamische Vorgänge erklären lassen, — die Abrundung der Hügel im inneren der alten Becken; die zahlreichen, domförmigen Klippen, die kolossalen erra-

tischen Blöcke an Stellen, wohin sie kein Wasser getragen haben kann; die grosse Verbreitung ungeschichteten Thons; Lehm mit eingepackten kantigen Geschieben; Rücken und freie Hügel von Geröllen; weite Landstrecken dicht bezogen mit ungeschichtetem Lehm und aufliegenden Gesteinsbrocken; der Thon von Oliphants Hoek und die grossen Haufen von Enonkonglomerat — alles scheint eine Periode anzudeuten, da das Klima viel strenger war als jetzt: dies sind in der That Erscheinungen, welche anderwärts durch grosse Kälte und die abnutzende Wirksamkeit des Eises erklärt zu werden pflegen." Oscillation der Pole und notwendige Aenderungen in der Verteilung von Land und Wasser würden nach Stow zur Erklärung dieser Phänomene genügen. "Als die Umgebung Londons unter den Tropen lag, wäre Algoabay unter etwa 68° südlicher Breite gelegen gewesen; Südafrika hätte antarktisches Klima, vereiste Küsten, Gletscher in jedem Winkel des Landes besessen; und als der nördliche Polzirkel den Ort Londons traf, lag Algoabay 5 oder 6° vom Aequator und besass eine Temperatur, bei welcher die grosse Venericardia im Pliocänkalk von Zwartkop gedeihen konnte." — Dieses plausible Raisonnement kann aber nicht befriedigen, weil es das eine Wunder durch ein anderes, also nichts, erklärt.

Berücksichtigen wir ausser den hier nach Stow zusammengestellten südafrikanischen Glazialphänomenen auch die bereits weiter oben citierten: an der Oberfläche gefundene gekritzte Geschiebe in dem Norden der Kolonie, bei Prince Albert, Matjesfontein u. a. O.; Schrammen auf Campbellrand-Schiefern; Findlinge; Geschiebelehm des Kijenvelds, Buschmannlandes etc.; und bedenken wir, dass die Geschiebe teils aus der nächsten Umgebung stammen, teils aus dem Flussgebiet des Vaal und Orange, teils aus unbekannter Ferne; sowie dass ihre Verbreitung (Crocidolitegeschiebe W. vom Doornberg, Nuggets aus den Goldfeldern) eine Wanderung von Ost nach West vor ihrer schliesslichen Vermengung mit „weitgetragenem" Material beweist, — so müssen wir vermuten, dass die im Flussgebiet des Orange abgelagerten Diluvialmassen teils von aussen nach innen, teils von innen nach aussen transportiert wurden: durch Eisberge im ersten Fall, durch Muhren mit oder ohne Gletschereishülle im anderen. Eine diluviale Eisdrift von südlichen Polarländern nach

Südafrika setzt keineswegs so ungeheuerliche klimatische Aenderungen voraus, als dass sie nicht durch den in der Verschiebung der Erdbewegung begründeten, periodischen Wechsel der Winterdauer auf beiden Hemisphaeren erklärt werden könnte. Treiben doch noch heutigen Tages Eisberge vor dem Kap (siehe „Deutsche Seewarte, Atlas des atlantischen Ozeans“, Taf. 4) und habe ich doch entlang der südwestafrikanischen Küste, von Tafelbay bis Wallfischbay, eine Wassertemperatur an der Oberfläche von 10°—15° beobachtet (siehe „Annalen der Hydrographie“ 1887 S. 68 und 353) während an der jetzigen südlichsten Grenze des nördlichen Treibeises die Oberflächentemperatur des Meereswassers 19° (Jahresmittel) beträgt. Ferner setzt die angenommene südafrikanische Drift Eintauchung des Landes zu etwa 3000′ Tiefe voraus, bei welcher der Dwykakonglomerat-Rand des Karoobeckens im grossen ganzen Küstenlinie gewesen wäre. Eine solche Submersion hat aber stattgefunden, und die rückgängige Bewegung gehört der geologischen Jetztzeit an. Der Strand von Ostafrika hat sich in recenter Zeit zurückgezogen: bei Zanzibar nach von Decken; in Natal nach Griesbach (12′ an den Izinhluzabalungahöhlen); in der Umgebung von Port Elisabeth nach Stow (15′ bis 100′ an den Zwartkops, 180′ bei Sharksrivers Mouth). An der Südwestküste habe ich recenten Rückzug der Strandlinie (durch Hebung des Landes wie mir scheint) an Houtbay, S. v. Kapstadt, (Angra Pequeña), Sandwichhafen, Wallfischbay beobachtet (siehe: Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde Berlin, 1887, Nr. 1, S. 11; Petermanns Mitteilungen 1887, Heft 7, S. 208; Niveauschwankungen zur Eiszeit S. 33). An der Houtbay fand ich bei Trautmanns Haus im Decksand einer flachgeneigten alten Strandterrasse aus steinigem Lehm zahlreiche Muschelschalen 23—28 *m* ü. M.; und zwar Spezies, welche man auch am jetzigen Strand untenvor sammeln kann. Bei Angra Pequeña lagen windgetriebene Muschelschalen auf dem nackten Fels der Nantilusspitze, des Elisabethbergs, und 1—2 miles landeinwärts, 91—115 *m* ü. M. Doch bekunden diese windgetriebene Muschelschalen, keine Strandverschiebung, ebensowenig wie einzelne verjagte, die ich mitten in der Sandwüste zwischen Sandwichhafen und ! Khuisebthal, noch 20 *km* landeinwärts, fast 300 *m* ü. M. sammelte; es kommen aber ausserdem auf dem Küstenstreifen zwischen Sandwichhafen und Wallfischbay Muschelbänke, Wallfisch-

knochen, im Dünensand eingebettete Fucusschlickschichten vor, welche eine Hebung des Landes in der geologischen Jetztzeit bekunden. Am wichtigsten für unsere Frage sind jedoch ein paar Schalen von Natica und Conus, die bei einer von Herrn Lüderitz veranstalteten Brunnengrabung zu Tsaukeib, zwischen Angra Pequeña und Bethanien, 12′ tief gefunden wurden; denn sie beweisen, dass zur Pliocänzeit, oder später, das Land nördlich vom Orange zu etwa 3000′ jetziger Meereshöhe unter Wasser stand. (Siehe „Niveauschwankungen zur Eiszeit“ S. 33).

Weder klimatische noch topographische Gründe sprechen also gegen diluviale Eisdrift bis an die Karoo- und bis zur Vereinigung der Thäler des Vaal und Orange. Derselben sind wohl auch das erwähnte Enonkonglomerat im Georgedistrikt, der Geschiebelehm bei Beaufort, vielleicht sogar der Lehm an Houtbay zuzuschreiben, in welchem ich freilich nur Granit- und Sandsteine aus nächster Umgebung wahrgenommen habe. Dürfte man Rundhöckern eine grosse Beweiskraft zumessen, so wären hier noch ausgezeichnete solche auf grobstruiertem Biotitaugengneiss anzuführen, die ich am Eersteriver bei Welmoedfarm, einige miles nördlich von Falsebay im Flussbett sah. Sie können durch Abschalung und Sandscheuern entstanden sein, vielleicht aber auch durch darüber geschobene Eisberge.

Wir kommen nun zur Frage: ob Gletscher aus dem Innern, zunächst entlang den Flussgebieten des Vaal und Orange, möglich waren, welche internen Schutt zur damaligen Küste transportiert hätten? Im Quellgebiet dieser Flüsse, den Quathlamba- und Draakenbergen, giebt es zwar 10000′ Fuss hohe Gipfel (Mont aux sources 10000′, Cath kin Peak 10357′, Giants Castle 9657′); da wir aber annehmen, dass zur Diluvialzeit der südafrikanische Strand 3000′ über dem jetzigen lag, so müssen wir auch zugeben, dass ihm diese Sammelgebiete etwaiger Gletscher gleichfalls 3000′ näher gerückt, also höchstens 7000′ ü. M. lagen. Und wenn die Jahrestemperatur der Luft an ihrem Fuss der jetzigen an der südwestafrikanischen Küste, nämlich 17°, gleichkam (siehe Stapff: Notiz über das Klima der Wallfischbay in Deutscher Kolonialzeitung, November 1887; Hann, Meteorologische Zeitschrift 1888 S. 310), so hätte die Gipfeltemperatur etwa 6° betragen; wobei keine Gletscherbildung stattfindet. Und selbst wenn durch längere Winterdauer auf der südlichen Hemisphäre, durch andere Ver-

teilung von Land Wasser und Meeresströmungen, durch dichtere Bewölkung und reichlichere Niederschläge, die mittlere Lufttemperatur herabgesetzt worden wäre, so scheint eine Herabsetzung derselben um $12^1/_2{}^0$ (von $+ 6^0$ auf $- 6{,}5^0$, bei welch' letzterer gegenwärtig Gletscherbildung eintritt), doch das Maass des Annehmbaren zu übersteigen. So gelangen wir zum Schluss, dass es nicht notwendig lokales Gletschereis war, welches die Haupterscheinungen der südafrikanischen Eiszeit bedingte, sondern eher die reichlichen Niederschläge dieser Periode. Bewegliche Schuttvorräte und zu deren Transport ausreichende Niederschlagsquanten und Bodengefälle sind Hauptfaktoren für die wesentlichsten Erscheinungen des Land-Diluviums (im Gegensatz zu Driftgebilden); Characteristicum desselben ist die langsam und unaufhaltsam fortschreitende tiefe Muhre, deren Massenteile aufeinander und auf ihre Unterlage genau ebenso wirken, ob die Muhre ohne oder mit Eisdecke fliesst. Eine Eisdecke mag aber den mechanischen Vorgang in mehrfacher Beziehung erleichtern und fördern; sie mag die Muhre zusammenhalten und ihre Bewegung ständig regulieren; sie mag auch einzelne besondere Glazial-Erscheinungen hervorrufen, als welche ich gekritzte Geschiebe, geglättete Unterlage, Rullstens- oder Krossstensgrus u. dergl. aber nicht unbedingt betrachte. Da alles darauf hinweist, dass während der sogenannten Eiszeit kein strenges Klima herrschte, sondern vielmehr ein niederschlagsreiches nasskaltes, mit einer Lufttemperatur von etwa 0^0, so bestanden die damaligen Schreitgletscher in tieferen Regionen vielleicht weniger aus solidem Gletschereis, als aus Schnee- und Eisbrühe, unter welcher der Muhrenschutt in oberen Lagen wälzte, in tieferen mehr zusammengepackt glitt. Diese Auffassungsweise erweitert das geographische Verbreitungsgebiet gleichartiger Diluvialerscheinungen der sogenannten Eiszeit; sie erweitert aber auch den zeitlichen Raum, in welchem Schuttmassen fortbewegt, umgestaltet und abgelagert werden konnten, durch mechanische Vorgänge, welche von denen der Diluvialzeit prinzipiell nicht weit verschieden waren. So dürfen wir uns nicht wundern, aus alten und neuen geologischen Perioden Konglomerate zu finden, welche durch diese oder jene Eigentümlichkeit an diluviale Schuttablagerungen erinnern, (neben dem englischen Perm, indischen Talchir, südafrikanischen Dwyka, z. B. auch die Schweizer Nagelfluhe, das nieder-

schlesische Culmkonglomerat, manches Rotliegende u. a.) und den Gedanken an wiederholte Eiszeiten wecken konnten, sobald das Eis seine Rolle als häufiger Begleiter, mit jener als Urheber, der Diluvialerscheinungen auf dem nordischen Festlande gewechselt hatte.

Das Dwykakonglomerat ist nicht glazial.

Nachdem wir im vorgehenden versucht haben, die ineinandergewirrten Beobachtungen an örtlich zusammenvorkommenden Diluvial- und Karbonablagerungen Südafrikas auseinander zu halten, und nachdem wir zunächst die das Diluvium betreffenden abgeschält und zusammengestellt haben, bleibt nur noch wenig übrig, was glaziale Entstehungsweise des wirklichen anstehenden Dwykakonglomerats beweisen könnte. Blöcke aus der Nachbarschaft oder unmittelbaren Nähe, nicht abgerollt aber auf der einen oder anderen Seite geglättet; grosse Gerölle, deren Abrundung Griesbach übrigens durch schalige Verwitterungsablösung erklärte; zerquetschte, verschobene, gekritzte Gerölle und Geschiebe, grober Sand oder feiner Silt als Cement, welches nachmals oft versteint ist. Das Bettgestein an der Auflagerungsfläche zerrissen, zerwühlt oder gefurcht. — Alles dies sind Erscheinungen, welche auch an anderen älteren und jüngeren Konglomeraten vorkommen, die noch niemand für glaziale angesprochen hat. Dies merkte schon T. M' K. Hughes an (obwohl mit Ramsay die Möglichkeit wiederkehrender Eisperioden zugebend); und die häufigen ripplemarks im Dwykakonglomerat Natals galten ihm als Beweis gegen dessen glaziale Entstehung (Quarterly Journal XXVI, 1870 S. 516).

Die jetzige Geologie basiert auf der physikalischen Lehre von der Abkühlung der Erde und deren Konsequenzen. Ohne äussere Ursachen, z. B. Versetzen der Erde in ein anders temperiertes Medium, wird die Kontinuität der Abkühlung als einer Totalerscheinung nicht unterbrochen, und die Annahme rekurrierender Eiszeiten widerspräche dem allgemeinen Abkühlungsgesetz, mit welchem dagegen der Charakter der successiven Floren in Einklang steht, — sofern nämlich die geologischen Hauptphasen je gleichzeitig auf der ganzen Erde eintraten. Berücksichtigt man aber ausser dem Einfluss der jeweiligen Erdwärme auf das jeweilige Klima auch

die äusseren Einflüsse, zumal die Sonnenwärme, so wird jede Aenderung in der Lage der Erdbahn oder Erdachse gegen die Sonne zu einem so mächtigen klimatologichen Faktor, dass dadurch und durch neue Verteilung von Wasser und Land Klimawechsel an jedem Erdpunkt erklärlich würden. Die nachweisbare langsame Oscillation der Erdachse um die Pole der Ekliptik (Drayson, in Quaterly Journal XXVII, 1871 S. 232) und die Veränderlichkeit der Excentricität der Erdbahn, wodurch in der Dauer des Sommer- und Winterhalbjahres ein Unterschied bis zu 36 Tagen eintreten kann, vermögen allerdings periodisch wiederkehrende „Eiszeiten" zu erklären, aber nur bei jetzigem Stand der Erdabkühlung und schwerlich bei jenem der Karbonzeit; schwerlich auch nahe den Tropen. Und kosmische Vorgänge, durch welche zur Karbonzeit gleichzeitig subtropisches Klima unter 75° n. Br. (Melville, Bäreninsel) und arktisches unter 30° s. Br. erklärt werden könnten, wären Schöpfungsakte, ebenso unbegreiflich wie die ihnen zugeschriebenen Resultate.

Gekritzte Gerölle in karbonischem Konglomerat Südafrikas beweisen nicht, dass dies Konglomerat glazial ist; sondern nur, dass Geschiebe auch ohne Gletschereis ebenso gerieben und zerkratzt werden konnten, wie unsere charakteristischen Diluvialgeschiebe.

GEBR. KIESAU, BERLIN SW., KOCHSTR. 73.

Die Bakterien und die Art ihrer Untersuchung

von

Dr. Robert Mittmann.

Mit 8 Holzschnitten.

Separat-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1889.
Ferd Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

GEBR. KIESAU, BERLIN SW., [illegible] 73.

Vorbemerkung.

Das lebhafte Interesse, welches die nähere Kenntnis der unter dem Namen „Bakterien“ zusammengefassten niederen Lebewesen seit den letzten Jahren erregt, veranlasst uns auch an dieser Stelle dem Gegenstande unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Während aber die meisten bisher vorliegenden, für einen grösseren Leserkreis bestimmten Darstellungen die Züchtungsmethoden der Bakterien, Anlage von Reinkulturen etc. gar nicht oder nur ungenügend beschreiben, soll hier gerade diesem Zweige der Bakteriologie ein etwas grösserer Raum zugemessen werden.

Kapitel I: Formen, Herkunft und allgemeine Lebensbedingungen der Bakterien.

Unter „Bakterien" versteht man, wie der Name andeutet, Organismen von cylindrisch-stabförmiger Gestalt. Obwohl viele derselben kugelförmig (Fig. 1, 3, 4, 5), elliptisch (Fig. 2), oder auch korkzieherähnlich gedreht sind (Fig. 13, 14, 15, 16), so hat sich doch die Bezeichnung „Bakterien" als Gesamtname eingebürgert und ist jedenfalls mehr verbreitet als die sonst noch üblichen Namen: Schizomyceten (Spaltpilze), Vibrionen, Monaden, Mikrozymen etc.

Bereits 1675 wurden die Bakterien durch Leeuwenhoek im Mundspeichel entdeckt. Dass den von Leeuwenhoek erkannten Thatsachen in den nachfolgenden Jahrhunderten kaum etwas Neues hinzugefügt wurde, hat seinen Grund wohl hauptsächlich in der Mangelhaftigkeit der damaligen Mikroskope und der daraus sich ergebenden Schwierigkeit der Beobachtung. Erst Ehrenberg*) wandte dem Gegenstande von neuem seine Aufmerksamkeit zu. In den damals herrschenden naturphilosophischen Anschauungen befangen, begnügte er sich damit jene Organismen zu klassifizieren und wies ihnen die niederste Stufe im Tierreiche zu.

Eine wesentliche Erweiterung erfuhren unsere Kenntnisse von den Bakterien erst gegen Ende der 50er Jahre durch Ferd. Cohn, welcher durch seine bahnbrechenden Untersuchungen zu dem unzweifelhaften Ergebnis gelangte, dass jene Organismen eine der niedersten, wenn nicht gar die niederste Stufe des Pflanzenreichs darstellen.

Seitdem hat die Bakterienforschung einen ungeahnten Aufschwung genommen, namentlich durch die Arbeiten von Cohn, Pasteur, Nägeli, van Tieghem, Zopf, de Bary, Brefeld, Koch u. a.

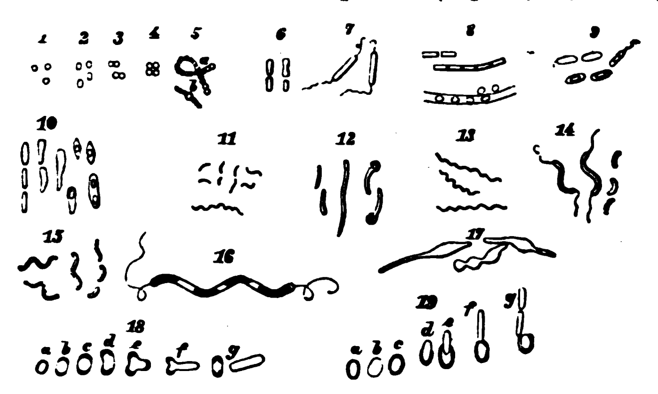
---

*) C. G. Ehrenberg: Die Infusionstiere als vollkommene Organismen. Berlin 1838, fol.

Eine allgemein angenommene systematische Einteilung der Bakterien giebt es zur Zeit noch nicht, weil die verschiedenen Forscher je nach der von ihnen vertretenen Specialwissenschaft ein anderes Einteilungsprincip wählten. Hierzu kommt noch die durch die ausserordentliche Kleinheit jener Organismen bedingte Schwierigkeit der Beobachtung. Die Bakterien gehören unstreitig zu den kleinsten uns bekannten Lebewesen; der Querdurchmesser der stäbchenähnlichen Formen beträgt bei den meisten etwa 0,001 *mm* (= 1 Mikromillimeter = 1 μ), ihre Länge etwa das zwei- bis vierfache des Querdurchmessers, selten mehr.

Eines der bei der Beobachtung am meisten hervortretenden Unterscheidungsmerkmale ist die äussere Gestalt, wonach man am zweckmässigsten folgende Gruppen unterscheidet:

Kugelbakterien oder Kokken (Fig. 1, 3, 4, 5)
Stäbchenbakterien oder Bacillen (Fig. 6 u. 7)
Schraubenbakterien od. Spirillen (Fig. 13, 14, 15, 16)



Wenn auch diese zuerst von Cohn aufgestellten Formenreihen keineswegs so scharf umschriebene Gruppen darstellen wie etwa Monocotylen und Dicotylen in der Abteilung der Angiospermen, so hat sich doch Cohn ein bleibendes Verdienst dadurch erworben, dass sein fast ausschliesslich auf äusserliche Merkmale der Gestalt begründetes System eine vorläufige Uebersicht über den erstaunlichen Formenreichtum jener Organismen ermöglicht hat.

Der Hauptgrund, weshalb die älteren Forscher die Bakterien für Tiere hielten, liegt darin, dass eine Anzahl von Arten eigener Bewegung fähig ist, hervorgebracht

durch Geisselfäden, welche den Enden der Individuen ansitzen (Fig. 7, 14, 16). Wegen ihrer ausserordentlichen Zartheit und der Schnelligkeit ihrer Bewegung sind die Geisseln allerdings schwer zu beobachten. Den unwiderleglichsten Beweis, dass sie wirklich existieren, hat Koch dadurch erbracht, dass es ihm gelungen ist sie zu färben und zu photographieren. Hieraus darf man aber noch nicht umgekehrt schliessen, dass jede frei bewegliche Bakterien-Art auch Geisseln besitzt.

In Rücksicht auf die Art ihres Wachstums und ihrer Vermehrung müssen wir die Bakterien als einfache Zellen betrachten. Sie besitzen einen eiweissähnlichen (protoplasmatischen) Inhalt und eine deutlich unterschiedene Membran. Der Inhalt erscheint als eine gleichmässig durchscheinende trübe Masse ohne besondere Struktur, ja selbst einen Zellkern hat man bisher noch nicht entdecken können. Jedoch besitzt der Plasmakörper der Zelle die meist nur den Zellkernen zukommende Eigenschaft Anilinfarben begierig aufzunehmen und festzuhalten, ein Umstand, der namentlich für die Erkennung der pathogenen (krankheiterregenden) Arten von Wichtigkeit ist. Die Membran ist meist erst dann erkennbar, wenn der Plasmakörper durch Reagentien zum Zusammenziehen gebracht wird. Sie scheint von ähnlicher Beschaffenheit zu sein wie die pflanzliche Zellmembran (Cellulose), wenigstens hat sie mit dieser eine grosse Elasticität gemein und zeigt, wie viele pflanzliche Membranen, die Neigung durch Wasseraufnahme gallertartig zu verquellen.

Die Vermehrung durch Zweiteilung und das eigentümliche Verhalten der Membran bewirken, dass die Individuen oft nach der Teilung noch zusammenhängen. Auf diese Weise entstehen charakteristische Zellverbände, die für die Klassifikation von Bedeutung sind. So unterscheidet man hiernach z. B. Diplokokken, Fig. 3 (wenn die Individuen paarweise zusammenhängen), Streptokokken, Fig. 5 (wenn sie zu längeren, perlschnurähnlichen Reihen vereinigt bleiben), Staphylokokken (wenn sie grössere Häufchen „Kolonien“ bilden.) Geschieht die Teilung gleichzeitig nach allen drei Richtungen des Raumes, so entstehen Warenballen ähnliche Zellverbände, wie z. B. bei den Sarcina-Arten. Bleiben die Individuen bei gleichzeitiger Verquellung der Membranen zu zähen Massen vereinigt, dann entstehen die sogenannten „Kahmhäute“ oder „Zooglöen“, welche, falls das Nährsubstrat eine Flüssigkeit ist, auf deren Oberfläche schwimmen.

Obwohl die vegetative Vermehrung durch Zweiteilung der Individuen eine geradezu unbegrenzte ist und als die gewöhnliche Art der Fortpflanzung angesehen werden muss, so ist doch eine andere Art der Fortpflanzung, die Sporenbildung (Fig. 5b, 8, 9, 10, 12), von grösster Wichtigkeit für die Erhaltung der einzelnen Species. Während nämlich die meisten Bakterien in ihrer gewöhnlichen Wuchsform bei 55—60° also verhältnismässig leicht zu töten sind, besitzen die Sporen eine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit gegen physikalische und chemische Einflüsse. Siedendes Wasser tötet mit Sicherheit erst nach 10 Minuten sämtliche Bakterienkeime; trockene Hitze von 140° muss sogar fast drei Stunden einwirken, um gewisse Sporen zu töten. Die Bakteriensporen sind somit die widerstandsfähigsten organischen Gebilde, die wir kennen.

Die Bedingungen der Sporenbildung scheinen bei den einzelnen Arten sehr verschieden zu sein. Genauer studiert ist dieser Vorgang erst bei drei Bacillenarten: beim Heubacillus, Bacillus subtilis (Cohn), beim Milzbrandbacillus, Bac. anthracis (Koch) und beim Bac. Megaterium (de Bary). Auch die Sporenkeimung geschieht bei den einzelnen Arten in abweichender Weise. Fig. 18 und 19 stellen zwei Typen der Keimung dar.

Die erstaunliche Widerstandsfähigkeit der Sporen ist einer der Hauptgründe, weshalb sich bis in die neuere Zeit die Ansicht erhalten konnte, dass die Bakterien durch Urzeugung (generatio aequivoca) entstehen. Früher glaubte man nämlich sämtliche Keime getötet zu haben, wenn man Flüssigkeiten bis zur Siedetemperatur erhitzte; jedoch blieb man den unanfechtbaren Beweis schuldig, dass auch wirklich alle Keime tot waren. Erst die verdienstvollen Untersuchungen Cohns und Pasteurs haben uns hierüber völlige Klarheit verschafft. Eine wesentliche weitere Stütze fand die Urzeugungstheorie in der ausserordentlichen Verbreitung der Bakterien; denn in allen uns umgebenden Medien: Luft, Wasser, Boden, in vielen unserer Nahrungsmittel finden sich Bakterien oder deren Keime. In gleicher Weise haften sie an unseren Kleidern und an der Hautoberfläche, an Gebrauchsgegenständen und an den Zimmerwänden. Die Nasenschleimhaut, der Mund und namentlich der Darmkanal wimmeln von Bakterien.

Beiläufig möge hier bemerkt werden, dass selbst in weit entlegenen geologischen Epochen ebenso wie heut

die Bakterien bei der Erregung von Fäulnisprozessen thätig gewesen sind. Solms-Laubach*) äussert sich hierüber „Dass zur Karbonzeit die Zerstörung der abgestorbenen Pflanzensubstanz wie heutzutage durch Bakterien besorgt wurde, ergiebt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit aus van Tieghems**) Untersuchungen, nach welchen die macerierten Pflanzenfragmente der Kiesel von Grand' Croix dieselbe Progression der Zellenwandzerstörung erkennen lassen, welche jetzt beobachtet wird. Es will van Tieghem sogar seinen Bac. amylobacter in verkieseltem Zustande beobachtet haben."

Auch die erstaunliche Anspruchslosigkeit der Bakterien an das Nährmedium hat die Urzeugungslehre unterstützt. In Flüssigkeiten, die man völlig frei von geeigneter Nahrung glaubte, fand man Bakterien auf, da selbst Spuren organischer Substanz zur Erhaltung ihres Lebens ausreichen. Die Anspruchslosigkeit an den Nährboden ist eine der Hauptursachen der ungeheueren Verbreitung der Bakterien; denn überall wo sich Reste toter organischer Substanz finden, können sie gedeihen. Eine wesentliche Bedingung hierbei ist jedoch, dass der Nährboden schwach alkalisch oder wenigstens neutral reagieren muss; denn auf sauerem Nährsubstrat wachsen die meisten Arten überhaupt nicht.

Gewisse Arten sind allerding sanspruchsvoller in Bezug auf ihr Nährmedium; sie entwickeln sich ausschliesslich im lebenden Körper höherer Organismen, ernähren sich auf deren Kosten und töten sie in manchen Fällen. Von diesen streng-obligaten Parasiten (de Bary) unterscheidet man die übrigen Arten als Saprophyten. Wie überall in der Natur, sind auch hier Uebergänge vorhanden. Verschiedene Arten leben zwar meist wie echte Schmarotzer in anderen Organismen, können aber zuweilen, oder in einem gewissen Stadium ihrer Entwicklung auch anderswo gedeihen: fakultative Saprophyten (de Bary). Endlich können manche Arten, die in der Regel saprophytisch leben, gelegentlich auch als Parasiten gedeihen oder nur einen Teil ihrer Entwicklung in lebenden Organismen durchmachen: fakultative Parasiten (van Tieghem).

---

*) Solms-Laubach: Einleitung in die Palaeophytologie, Leipzig, 1887, Seite 35, 36.

**) van Tieghem: Sur le ferment butirique (B. amylobacter) à l'époque de la houille. Comt. rend. hebdom. de l'Académie vol. 89, dg. 1102 ff., 1879.

Eine wichtige Rolle beim Wachstum der Bakterien spielt die Temperatur des Nährbodens und der Umgebung. Unterhalb 5° ist ein Wachstum und eine Vermehrung der Mikroorganismen so gut wie ausgeschlossen. Es tritt nämlich dann die sog. Kältestarre ein, welches jedoch keineswegs mit einer Vernichtung des Lebens identisch ist; denn Milzbrandbacillen können eine Temperatur von — 110°, Cholerabacillen eine stundenlange Einwirkung von — 10° ertragen, ohne an ihrer Lebensfähigkeit geschädigt zu werden. Sobald die Bacillen wieder in günstigere Temperaturen gelangen, entwickeln sie sich in gewohnter Weise weiter. Zu grosse Wärme übt einen ähnlichen Einfluss. Mit 45° tritt meistens die sogenannte Wärmestarre ein; während 50—60° bei längerer Dauer die vegetativen Formen, aber noch nicht die Sporen töten. Zwischen den oben angegebenen Extremen, die selbstverständlich nicht von allen Arten ertragen werden, liegt eine ebenfalls für die einzelnen Arten verschiedene mittlere Temperatur, bei welcher Wachstum und Vermehrung am besten von statten gehen: Temperaturoptimum. Für die pathogenen Bakterien liegt das Optimum bei 37°, der normalen Körperwärme, während ės für die meisten übrigen bei etwa 20° liegt.

Eine ähnliche wichtige Rolle wie die Wärme spielt der Sauerstoff, bei dessen Abwesenheit die meisten uns bekannten Arten nicht leben können. Diejenigen, auf welchen schon eine geringe Verminderung des Sauerstoffgehalts der Umgebung einen nachteiligen Einfluss ausübt, nennt man obligat-aërobe Bakterien. Diejenigen, welche zwar in einer sauerstoffreichen Umgebung am besten gedeihen, aber auch bei völligem Mangel an Sauerstoff sich langsam weiter entwickeln, bezeichnet man als facultativaërobe; zu ihnen gehören die meisten pathogenen Arten.

Gewisse Bakterien bieten die höchst überraschende Erscheinung dar, dass der Sauerstoff schädlich auf ihre Entwicklung einwirkt und manche derselben bei längerer Berührung sogar tötet. Dies sind die sogenannten anaëroben Arten.

Nach erfolgter Darlegung der allgemeinen Lebensbedingungen der Bakterien, mögen auch die von ihnen erzeugten Stoffwechselproducte kurz erwähnt werden.

Manche Bacterien besitzen die Fähigkeit feste Nährboden wie Peptongelatine durch die von ihnen ausgeschiedenen Stoffwechselproducte zu verflüssigen. Andere erzeugen auf der Höhe der Vegetation Farbstoffe. Am

längsten bekannt ist dieses Verhalten wohl beim Bakterium des Blutwunders (Mikrococcus prodigiosus). Das intensiv rote, blutähnliche Aussehen dieses Farbstoffes und das dem Unkundigen völlig rätselhafte Autenretf seines Erzeugers haben namentlich im Mittelalter Anlass zu dem wunderlichsten Aberglauben wie dem der blutenden Hostien etc. gegeben.

Gewisse Bakterien sind bei der Erzeugung von Gährungsprozessen thätig; andere verursachen Fäulnisprozesse. Auch die Nitrification (Nitration) des Bodens kommt durch die von Bakterien bewirkte Zerlegung organischer Stoffe zu stande.

Einzelne Arten scheiden bei ihrer Vegetation stark riechende, oft abscheulich stinkende Gase aus; so erzeugt z. B. der oben erwähnte Mikrococcus prodigiosus, wenn er auf Kartoffeln gezüchtet wird, einen eigentümlichen, dem der Salzheringslake ähnlichen Geruch nach Trimethylamin.

In vielen Fällen erzeugen die Bakterien Stoffwechselproducte, welche ihnen selbst schädlich sind und ihre Entwickelung verlangsamen oder sie zum Stillstand bringen. Ähnlich wie die Hefearten in der Bierwürze oder im Most durch ihre Vegetation den in diesen Flüssigkeiten enthaltenen Zucker in Alkohol, einen für sie giftigen Stoff, verwandeln und sich schliesslich „zu Tode gähren“, so erzeugen die Bakterien vielfach organische Alkaloide, die ebenfalls für sie giftig sind. Um auf künstlichen Nährboden eine zu grosse Anhäufung derartiger Stoffwechselproducte zu verhindern, empfiehlt es sich daher künstliche Kulturen hin und wieder auf frische Nährböden zu übertragen.

Wenn man die Uebertragung auf frische Nährböden zu lange hinausschiebt, oder setzt man künstliche Kulturen einer zu hohen oder zu niedrigen Temperatur aus, so können die Individuen vieler Arten ihre „typische Wuchsform“ vollständig verlieren. So nehmen z. B. ganz regelmässig geformte Stäbchen eine übermässig langgezogene oder blasig aufgetriebene Gestalt an, wie es Fig. 17 darstellt. Nägeli nennt diese entarteten Gebilde „Involutionsformen“. Bringt man derartige verkrüppelte Individuen in ihre normalen Lebensbedingungen, so nehmen sie bald wieder ihre gewöhnliche regelmässige Gestalt an, vorausgesetzt natürlich, dass sie überhaupt noch lebensfähig waren.

Kapitel II:
Die bakteriologischen Untersuchungsmethoden.

Die Entdeckung der Bakterien in der Luft erweckte anfangs bei vielen Unkundigen die irrtümliche Meinung, dass alle sogenannten Sonnenstäubchen Bakterien seien; auch erfüllte die aus ihrem Vorkommen in der Luft leicht erklärliche ungeheure Verbreitung der Bakterien viele ängstliche Gemüter mit übertriebener Furcht vor Erkrankung infolge von Infektion durch pathogene Mikroorganismen. Glücklicherweise ist die Zahl der krankheiterregenden Bakterien eine verhältnismässig geringe, und überdies sind bei weitem nicht alle krankheiterregenden Arten auch speziell für den Menschen pathogen. Allerdings wurde diese Thatsache erst durch die künstlichen Züchtungsmethoden und die hieraus gewonnene Erkenntnis, dass es wie bei den höheren Organismen, so auch bei den Bakterien deutlich unterscheidbare Arten giebt, definitiv bewiesen. Noch vor 10 Jahren äusserte ein so hervorragender Forscher wie C. von Nägeli*): „Wenn meine Ansicht richtig ist, so nimmt die gleiche Spezies im Laufe der Generationen abwechselnd verschiedene, morphologisch und physiologisch ungleiche Formen an, welche im Laufe von Jahren und Jahrzehnten bald die Säuerung der Milch, bald die Buttersäurebildung im Sauerkraut, bald das Langwerden des Weins, bald die Fäulnis der Eiweissstoffe, bald die Zersetzung des Harnstoffs, bald die Rotfärbung stärkemehlhaltiger Nahrungsstoffe bewirken, bald Typhus, bald recurrierendes Fieber, bald Cholera, bald Wechselfieber erzeugen."

Eine derartige Verkennung der Thatsachen ist nur durch die Mangelhaftigkeit der damaligen Untersuchungsmethoden erklärlich. Vielleicht haben auch die von Nägeli als „Involutionsformen", Fig. 17, bezeichneten Gebilde diese falsche Ansicht unterstützt.

---

*) Citiert nach de Bary: Vorlesungen über Bakterien. Leipzig, 1885, pag. 22.

Um die Konstanz einer Bakterienart zu beweisen ist es vor allen Dingen nötig dieselbe künstlich zu züchten, dadurch, dass man sie auf Nährböden bringt, welche ihren natürlichen Lebensbedingungen möglichst entsprechen, und „Reinkulturen" von derselben anzulegen, welche nur Individuen dieser einen Art enthalten. Der einzige Weg auf dem dies erreicht werden kann besteht darin, die betreffende Art möglichst aus einer Spore oder einem Individuum zu züchten.

So lange man sich ausschliesslich der flüssigen Nährböden bediente, war es ganz unmöglich aus einem vorhandenen Bakteriengemenge (und solche hat man in der Natur meistens) eine Art rein zu züchten; denn selbst in dem kleinsten aus der Nährlösung entnommenen Tröpfchen hat man mindestens 1 Individuum von jeder darin enthaltenen Spezies. Bei der weiteren Vermehrung in der neuen Nährlösung geraten die verschiedenen Arten ebenso wirr durcheinander wie vorher, sodass durch die Uebertragung nichts gewonnen ist. Die ersten erfolgreichen Resultate bei der Herstellung von Reinkulturen erzielte man durch Anwendung fester Nährböden. Die Brauchbarkeit derselben hatte man dadurch erkannt, dass Scheiben gekochter Kartoffeln, welche einige Zeit an der Luft gelegen hatten und dann, vor dem Austrocknen geschützt, weiter aufbewahrt wurden, nach 1 oder mehreren Tagen auf der Oberfläche eine Anzahl verschiedenfarbiger Pünktchen zeigten, die sich ziemlich schnell vergrösserten und bald die ganze Oberfläche bedeckten. Die nähere Untersuchung lehrte, dass jene Püncktchen Anhäufungen, „Kolonien" von Bakterien waren, und dass überraschender Weise jede Kolonie stets nur Individuen einer einzigen Art enthielt. Diese anfangs auffallende Thatsache hatte man sehr bald richtig dahin gedeutet, dass jede Kolonie die Stelle bezeichnete, wohin aus der Luft eine einzige Spore niedergefallen war und sich von anderen Arten unbehindert zu einer Kolonie der betreffenden Art, zu einer „Reinkultur" entwickelt hatte.

Dieser grosse Vorzug der festen Nährböden vor den flüssigen wurde von Koch sehr bald als ein wichtiges Hilfsmittel erkannt um aus Bakteriengemengen die einzelnen Arten für sich auszusondern. Entnimmt man nämlich mittels eines keimfreien Messers ein wenig „Impfstoff" aus einem Bakteriengemenge, streicht ihn in möglichst dünner Schicht auf die ebene Fläche einer halbierten, gedämpften Kartoffel, so entwickeln sich nach

einigen Tagen grössere Kolonien. Das eigentümlich gefleckte Aussehen dieser Kolonien beweist, dass sich bereits Gruppen gebildet haben, die vorwiegend aus Individuen einer einzigen Bakterienart bestehen. Dadurch, dass man aus jeder durch ihre Farbe sich abhebenden Gruppe ein wenig entnimmt und das obige Verfahren (die „Verdünnung" des Impfstoffs) wiederholt, gelingt es sehr bald Kolonien zu bekommen, die immer nur eine einzige Art enthalten, also „Reinkulturen" der betreffenden Arten darstellen.

Um den Nährboden vor dem Austrocknen zu schützen, und besonders um die in der Luft schwebenden Keime abzuhalten, müssen die Kartoffelscheiben sofort nach der „Impfung" in eine „feuchte Kammer" gebracht werden, d. h. in eine mit einem gut schliessenden Deckel versehene Glasschale*), deren Boden mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet ist. Aus obigen Gründen muss auch das Impfen frischer Nährböden möglichst schnell geschehen; auch darf beim Entnehmen des Impfstoffs der Deckel der feuchten Kammer nur wenig gelüftet werden.

Die festen Nährböden hatten trotz der oben geschilderten Vorzüge aber doch den grossen Nachteil, dass sie undurchsichtig und somit für direkte mikroskopische Beobachtung unbrauchbar waren. Auch diesen Mangel wusste Kochs Erfindungsgabe zu beseitigen. Dadurch, dass er der als Nährflüssigkeit sehr geeigneten Rindfleischbouillon eine gewisse Menge von bester französischer Gelatine beimischte, gelang es ihm, eine allen Anforderungen genügende Nährsubstanz herzustellen. Um den Nährwert der Bouillongelatine zu erhöhen empfiehlt es sich, noch eine gewisse Menge von Pepton (lösliches Eiweiss) zuzusetzen. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur bildet diese Peptongelatine eine durchsichtige, nahezu farblose, gallertartige Masse; bei mehr als 24° wird sie dünnflüssig und kann daher auch als flüssiger Nährboden Verwendung finden.

---

*) Am einfachsten bedient man sich hierzu einer mittelgrossen Krystallisierschale mit glattgeschiffenem, hohem Rande, auf welche man eine zweite von etwas grösserem Durchmesser umgekehrt als Deckel aufsetzt.

Wie oben erwähnt, sind künstliche Reinkulturen fortwährend durch das Eindringen fremder Keime bedroht. Um letzteres zu verhüten, mussten selbstverständlich die Hilfsmittel der Untersuchung, Apparate, Reagentien etc. fortwährend verbessert werden. Die von den früheren Forschern erprobten Methoden sind in den letzten Jahren namentlich von Koch und dessen Schülern weiter ausgebildet und derart verbessert worden, dass ein berechtigter Einwand gegen die auf diesem Wege erlangten Resultate nicht mehr geltend gemacht werden kann.

Wer eine bakteriologische Untersuchung beginnen will, muss vor allen Dingen seine Hände und sämtliche Apparate und Instrumente „sterilisieren", d. h. keimfrei machen. Das Sterilisieren der Hände geschieht am besten durch Waschen mit 1 pro mille Sublimatlösung,*) nochmaliges Waschen mit Alkohol und Nachspülen mit Aether, den man auf den Händen verdunsten lässt. Die nötigen Instrumente werden unmittelbar vor und nach dem jedesmaligen Gebrauch durch die Flamme eines Bunsen'schen Brenners gezogen. Die Kulturgefässe (Glaskolben, Glasplatten und Reagensgläser) werden im Trockenschrank**) eine halbe Stunde lang einer Hitze von mindestens 160° ausgesetzt. Um fremde Keime abzuhalten, werden die Kulturgefässe vor dem Sterilisieren mit einem mindestens 2 *cm* hohen Wattepropf verschlossen, der also mit sterilisiert wird und erfahrungsgemäss für die in der Luft schwebebenden Keime undurchlässig ist.

Die Kulturgefässe müssen nun mit einer ebenfalls keimfreien Nährsubstanz gefüllt („beschickt") werden, wozu sich in den meisten Fällen die Koch'sche Peptongelatine eignet. Da während der Beschickung eine Infektion durch Keime aus der Luft möglich ist, so müssen die entsprechend gefüllten und sofort wieder mit dem sterilen Wattepfropf verstopften Gefässe nochmals sterilisiert werden, ehe sie zur Anlegung einer Reinkultur verwendet werden dürfen.

Das Sterilisieren geschieht am besten im Kochschen Dampf-Sterilisierungs-Cylinder [vergl. Fig. 20 Aussen-

---

*) D. h. einer Auflösung von 1 *g* Quecksilberchlorid ($Hg\ Cl_2$) in 1 Liter Wasser, wozu man noch ein wenig Salzsäure beimischt. Diese Lösung ist so ausserordentlich giftig, dass sie die meisten Bakterienkeime fast augenblicklich tötet.

**) Einem mit doppelten Wänden versehenen, aus starkem Eisenblech bestehenden, verschliessbaren Kasten, welcher mit Gas geheizt wird.

ansicht und Fig. 21 Durchschnitt]. Derselbe besteht aus einem etwa $^{3}/_{4}$ *m* hohen mit Filz oder Asbest bekleideten Cylinder von starkem Blech und besitzt in seiner unteren Hälfte einen Stabrost c—c. Auf letzteren werden entweder die Kulturgefässe selbst oder ein ebenfalls mit einem Rost versehener, kleiner Metallcylinder (B) gestellt, in welchem sich die Gefässe befinden. Nachdem das im unteren Teil (C) befindliche Wasser zum Kochen erhitzt ist, werden die zu sterilisierenden Gefässe eingestellt und ein mit Ausströmungsöffnung (g, in welche, wie in Fig. 20 angedeutet, ein Thermometer eingesetzt

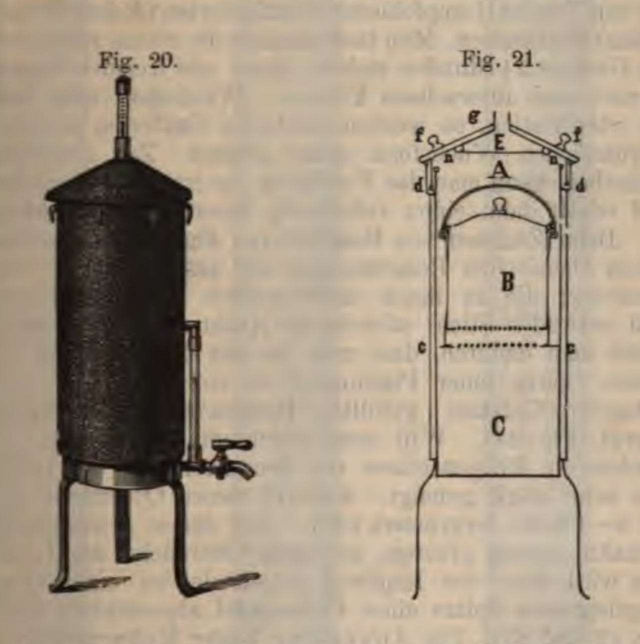


Fig. 20. Fig. 21.

werden kann) für den Dampf versehener Deckel (E) aufgesetzt. In der Höhlung des zur bequemeren Hantierung mit 2 Porzellanknöpfen (f—f) versehenen Deckels befinden sich 2 querüber laufende Messingstäbe (n—n), an welchen die zu sterilisierenden Gegenstände auch aufgehängt werden können. Da an dem oberen Rande des Cylinders ein hydraulischer Verschluss (d) angebracht ist, welcher ein seitliches Ausströmen der Dämpfe verhindert, und die obere Ausströmungsöffnung (g) verhältnismässig klein ist, so entsteht im oberen Teile (A) des Cylinders eine geringe Spannung, welche bewirkt, dass auch die hier

befindlichen Dämpfe eine Temperatur von 100° besitzen. Beim fortgesetzten Erwärmen entsteht nun ein langsamer Strom von heissen Wasserdämpfen. Die Erfahrung hat gelehrt, dass strömender Wasserdampf von 100° eines der besten Sterilisierungsmittel ist und ebenso rasch und sicher wirkt, als auf mehr als 100° erhitzte Wasserdämpfe unter höherem Druck.

Nährgelatine darf man aber höchstens 20—25 Minuten auf 100° erhitzen, weil sie bei längerer Erwärmung die Fähigkeit, fest zu werden, verliert. Um dennoch mit Sicherheit alle etwa eingedrungenen Keime zu töten, bedient man sich der von Tyndall empfohlenen fraktionierten (diskontinuierlichen) Sterilisation. Man lässt nämlich die einmal sterilisierten Gefässe 24 Stunden stehen, damit alle fremden Sporen keimen und auswachsen können. Wiederholt man nun die Sterilisation, so werden sämtliche Bakterien in ihrer gewöhnlichen Wuchsform sicher getötet. Zur grösseren Sicherheit kann man das Verfahren nochmals wiederholen und erhält dann einen vollständig keimfreien Nährboden.

Beim Züchten von Reinkulturen finden die gewöhnlichen chemischen Reagensgläser die ausgedehnteste Anwendung; die in ihnen anzulegenden Gelatinekulturen sind entweder Stich- oder Strich-Kulturen. Die ersteren erhält man dadurch, dass man die mit dem Impfstoff infizierte Spitze einer Platinnadel in ein zu $^1/_3$—$^1/_2$ mit erstarrter Gelatine gefülltes Reagensglas hineinsticht. (Vergl. Fig. 24). Will man Strichkulturen anlegen, so werden die Reagensgläser vor dem Erstarren der Gelatine sehr stark geneigt, wodurch deren Oberfläche auf das 4—6fache vergrössert wird. Auf der so gewonnenen verhältnismässig grossen, schrägen Oberfläche der Gelatine wird dann der Impfstoff mittels der zu einer Oese umgebogenen Spitze einer Platinnadel abgestrichen (vgl. Fig. 22 und 23). Die Anwendung beider Kulturmethoden ist nötig, weil viele Arten, je nachdem sie auf die eine oder andere Weise gezüchtet werden, ein ganz eigentümliches, stets wiederzuerkennendes Verhalten in bezug auf ihr äusseres Aussehen und die Art des Wachstums der Kolonien zeigen.

Das Uebertragen des Impfstoffes geschieht, wie erwähnt, mittels einer Platinnadel, die man sich dadurch herstellt, dass man einen etwa 5 *cm* langen Platindraht $^1/_2$ *cm* weit in das Ende eines Glasstabes einschmilzt. Die Nadel muss selbstverständlich unmittelbar vor dem Gebrauch durch die Flamme eines Bunsenschen Brenners

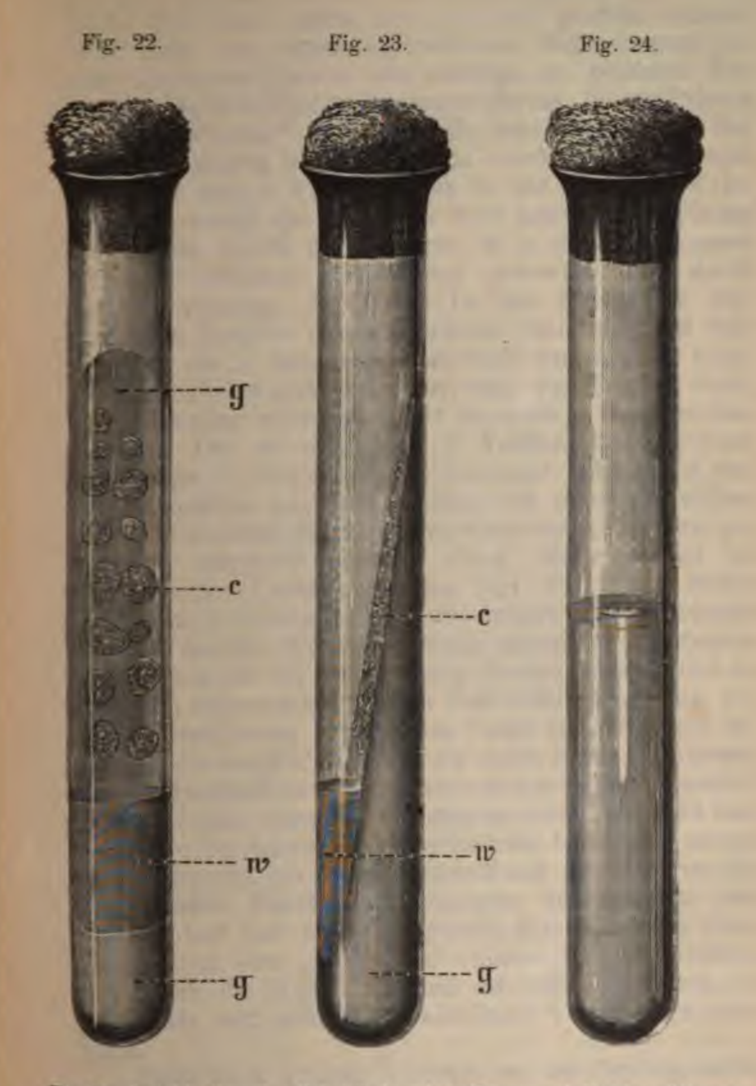
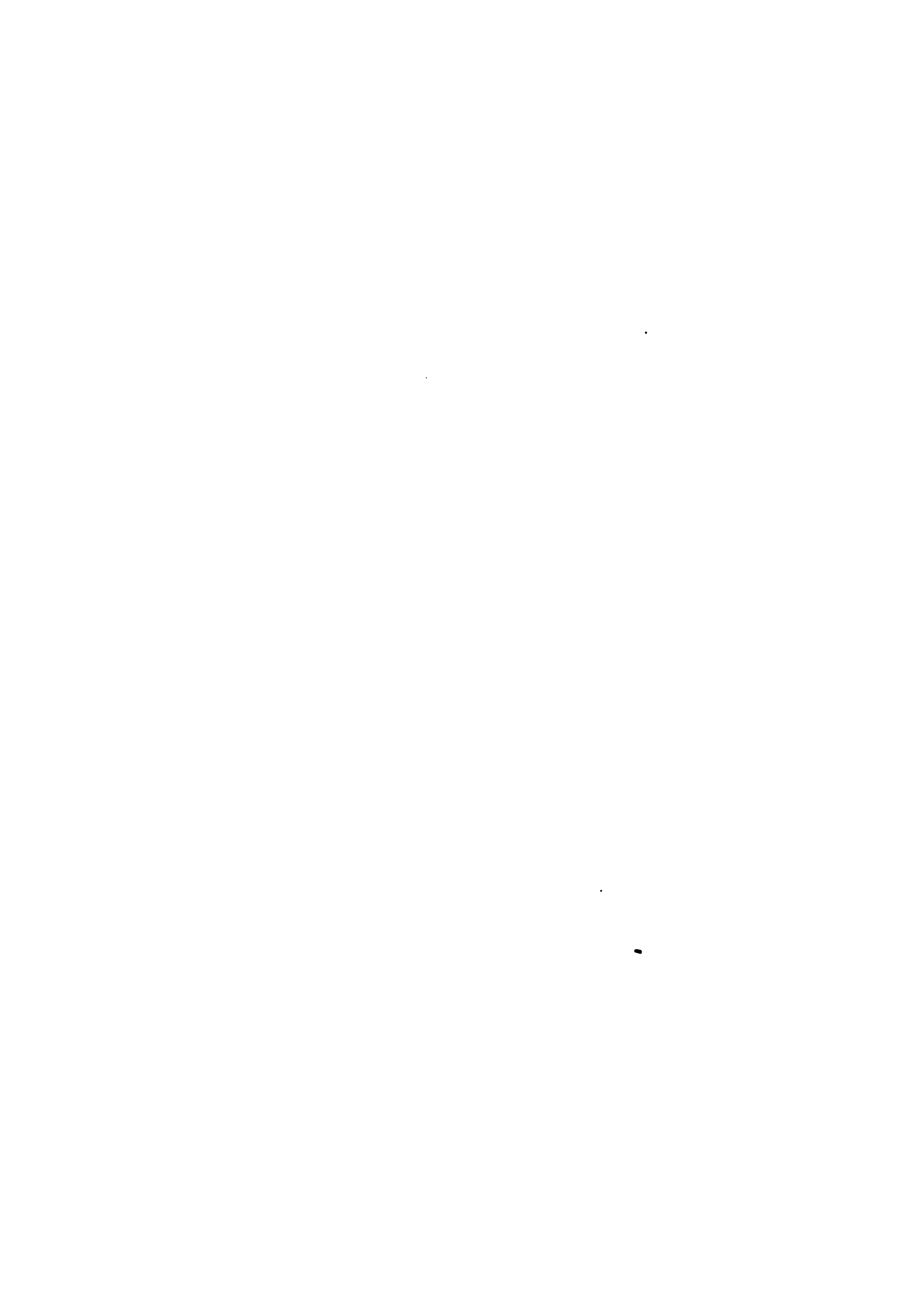


Fig. 22: Strichkultur des Friedländerschen Pneumonie-Kokkus (Vorderansicht).

Fig. 23: Strichkultur des Tuberkelbacillus (Seitenansicht).

Fig. 24 Stichkultur (sog. „Nagelkultur") des Friedländerschen Pneumonie-Kokkus.

c Kolonien. g Gelatine. w Condensationswasser.



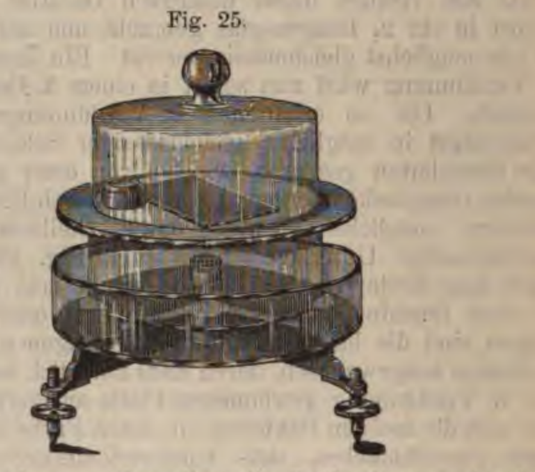
gezogen werden, um etwa anhaftende fremde Keime zu töten und gleich nach dem Gebrauch geglüht werden. Will man aus einem vorhandenen Bakteriengemenge eine bestimmte Spezies rein züchten, so geschieht dies mittels des Koch'schen Plattenverfahrens, dessen Prinzip der „Verdünnung" des Impfstoffs bei Beschreibung der Kartoffelkulturen bereits erläutert wurde. In der Regel stellt man sich 3 Verdünnungen in der folgenden Weise her: Ein wenig des Impfstoffs wird mittels einer Platinöse in ein zu $^1/_8$ mit flüssiger, d. h. 24—25° warmer Gelatine gefülltes Reagensglas gebracht und durch rasche Bewegung der Nadel in der Flüssigkeit verteilt. Ein Tropfen dieser infizierten Gelatine wird nun sofort in ein 2. Reagensglas gebracht und auf die obige Weise möglichst gleichmässig verteilt. Ein Tropfen dieser 2. Verdünnung wird nun sofort in einem 3. Reagensglase verteilt. Die so erhaltenen 3 Verdünnungen werden schleunigst in möglichst gleichmässiger Schicht auf sterile Glasplatten gegossen, welche, von einer gut schliessenden Glasglocke überdeckt, auf einer durch Eiswasser gekühlten, möglichst ebenen, durch Stellschrauben zu regulierenden Unterlage ruhen (vgl. Fig. 25). Sofort nach dem Erstarren der Gelatine bringt man die Platten in eine feuchte Kammer. Nach einem oder mehreren Tagen sind die bei der Impfung übertragenen Keime zu Kolonien ausgewachsen, deren Zahl natürlich auf der von der 3. Verdünnung gewonnenen Platte am geringsten ist. Da nun die meisten Bakterien ein durch Farbe und Gestalt ganz eigentümliches, stets wiedererkennbares Aussehen ihrer Kolonien zeigen, so hat man nur nötig, während man die Platte bei schwacher Vergrösserung betrachtet, mittels der Platinnadel ein wenig Impfstoff aus einer der von der gewünschten Bakterienart erzeugten Kolonien zu entnehmen und auf einen geeigneten Nährboden zu übertragen, um eine „Reinkultur" dieser Art zu erhalten. Sollte sich die Kultur dennoch als unrein erweisen, so muss man natürlich das beschriebene Verfahren wiederholen.

Trotz ihrer grossen Vorzüge hat die Peptongelatine doch die früher gebräuchlichen Nährböden (Fleischbrühe, Kartoffelscheiben etc.) nicht vollständig verdrängen können, denn gewisse Bakterienarten zeigen, wenn sie auf dem einen oder andern dieser Nährböden gezüchtet werden, ein so typisches Aussehen ihrer Kolonien, dass sie daran immer wiederzuerkennen sind, so z. B. der

Mikrokokkus prodigiosus und der Typhusbacillus bei ihrem Wachstum auf Kartoffelscheiben.

Neben den oben beschriebenen Nährböden findet noch die Agar-Agar-Gallerte eine ausgedehnte Anwendung. Dieselbe wird ebenso bereitet wie die gewöhnliche Peptongallerte; jedoch anstatt 5—10 % gewöhnlicher Gelatine fügt man der Rindfleischbouillon etwa 1,5 % Agar-Agar*) bei. Die so gewonnene Nährsubstanz ist zwar etwas trüb und nicht so durchsichtig wie die gewöhnliche Gallerte, kann aber meist ebenso wie letztere verwendet werden und besitzt ausserdem den grossen Vorzug, dass sie erst bei 40—44° flüssig wird.

Fig. 25.



Wie früher erwähnt, liegt die Optimaltemperatur für das Gedeihen der krankheiterregenden Bakterien bei 37°. Da nun die gewöhnliche Gallerte schon bei 24—25° flüssig wird, so ist sie zum Anlegen von Kolonien pathogener Organismen nicht geeignet. Für letzteren Fall wendet man deshalb meist Agar-Agar-Gallerte an.

Auch Blutserum liefert einen zum Züchten pathogener Arten sehr brauchbaren Nährboden. Man gewinnt dasselbe aus dem beim Schlachten grösserer Tiere aufgefangenen Blute, welches man zu diesem Zweck vor Luftzutritt geschützt im Eisschrank stehen lässt, bis die Scheidung von Serum und Blutkuchen stattgefunden hat.

---

*) Agar-Agar ist der Handelsname für eine besonders in Japan aus Meeresalgen (Tangen) z. B. Gracilaria lichenoides und Gigartina speciosa gewonnene Pflanzengelatine.

Das über dem zu Boden gesunkenen Kuchen stehende klare Serum wird in Reagensgläser gefüllt und bei schräger Lage derselben durch Erwärmen auf 65—70° zum Gerinnen (Coagulieren) gebracht. Auf diese Weise erhält man einen schwach gelblichen, aber vollkommen durchsichtigen, eiweissreichen Nährboden, der in der früher beschriebenen Weise zu Strichkulturen verwendet werden kann. Selbstverständlich müssen hier, wie in früheren

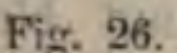


Fig. 26.



Fällen, sämtliche Gefässe und Apparate vor dem Gebrauch in geeigneter Weise sterilisiert werden.

Um Bakterien bei einer bestimmten, stets gleichbleibenden Temperatur zu züchten, bedient man sich des Brutschranks (Vegetationskasten, Thermostat. Vgl. Fig. 26), eines aus starkem Blech gefertigten, mit Filz bekleideten, gut schliessenden Kastens, zwischen dessen doppelten Wänden sich eine Wasserschicht befindet. Das Erwärmen des Kastens geschieht mittels eines für eine beliebige Temperatur genau einzustellenden, sich selbst regulierenden Gasbrenners. Der zum Wachstum der Kolonien nötige

Sauerstoff wird durch ein System von Röhren zugeführt, deren Enden an der oberen Wand des Kastens sichtbar sind.

Die ausserordentliche Kleinheit der Bakterien und der Umstand, dass sie lebende, zum Teil frei bewegliche Organismen sind, haben begreiflicherweise einen bestimmenden Einfluss auf die Hilfsmittel und den Gang ihrer mikroskopischen Untersuchung ausgeübt. Auch hier mag nicht unerwähnt bleiben, dass es besonders Koch gewesen ist, der die Unzulänglichkeit der früher gebräuchlichen Mikroskope nachwies, und die Forderungen, die man an ein für bakteriologische Untersuchungen brauchbares Mikroskop stellen muss, genau formulierte. Die Kleinheit der Objekte erheischt zunächst eine genügend starke 500—1000fache lineare Vergrösserung. Zunehmende Vergrösserung erfordert aber notwendig stark gewölbte Objektivlinsen mit möglichst geringer Brennweite. Damit aber die von den Lichtstrahlen zu durchlaufende Glasschicht nicht zu dick wird und die Schärfe des Bildes beeinträchtigt, müssen stark vergrössernde Linsen eine entsprechend kleinere Frontebene d. h. einen kleineren Umfang haben. Je kleiner aber die dem Objekt zugewandte Linsenfläche ist, desto geringer ist die Menge der in die Linse einfallenden Lichtstrahlen, d. h. desto mehr verliert das mikroskopische Bild an Helligkeit und Schärfe der Umrisse. Hieraus ergiebt sich, dass die lineare Vergrösserung eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, ohne das Auflösungsvermögen der Linsen zu schädigen. Aber selbst bei mässig starker Vergrösserung entsteht ein merklicher Lichtverlust dadurch, dass die Lichtstrahlen die zwischen Deckglas und Linse befindliche Luftschicht, also ein dünneres Medium, durchlaufen müssen.

Eine teilweise Beseitigung dieses Mangels erreicht man dadurch, dass man an Stelle der Luft ein stärker brechendes Medium, z. B. Wasser einschaltet (Immersionssystem). Noch empfehlenswerter und für bakteriologische Untersuchungen geradezu unentbehrlich ist die Anwendung der Oelimmersion, namentlich der von Abbe verbesserten sogenannten „homogenen Immersion". Das Wesentliche ihrer Anwendung besteht darin, dass die zwischen Objekt und Linse befindliche Luftschicht durch eine gewisse Art von Cedernöl ersetzt wird, dessen Brechungsexponent mit dem des Glases nahezu übereinstimmt. Die von dem Objekt ausgehenden Lichtstrahlen

verhalten sich daher fast ebenso, als ob sie ein einziges gleichartiges (homogenes) Medium durchliefen.

Einen weiteren wesentlichen Teil des Bakterienmikroskops bildet der aus grossen Convexlinsen zusammengesetzte Kondensor (Abbe'scher Beleuchtungsapparat), welcher an Stelle der Blende in den Objekttisch eingesetzt wird und einen breiten Lichtkegel auf die Mitte des Gesichtsfeldes wirft. Hierdurch erscheinen alle durchsichtigen und durchscheinenden Teile des Präparates wesentlich heller, während die undurchsichtigen Teile des Objekts sich mit scharfen dunklen Umrissen vom hellen Gesichtsfelde abheben. Die Anwendung des Kondensors empfiehlt sich also besonders bei der Untersuchung von Gewebsschnitten, in denen die einzelnen Bakterien durch künstliche Färbung undurchsichtig gemacht sind, und sich infolge dessen umso schärfer von den umgebenden Gewebsteilen abgrenzen.

Auch die Art der Untersuchung der Bakterien im lebenden Zustande weicht von der gewöhnlichen Untersuchungsmethode histologischer Objekte wesentlich ab. Solange man lebende Bakterien in einem Flüssigkeitstropfen (Bouillon, destilliertes Wasser) mit aufgelegtem Deckglas beobachtete, war es ganz unmöglich, genauen Aufschluss über ihre Formen, die Art ihrer Bewegung, Teilungsvorgänge etc. zu erlangen. Die frei beweglichen Arten wimmelten wirr durcheinander, die unbeweglichen wurden infolge der zur Beobachtung nötigen starken Vergrösserung durch die leiseste Berührung des Deckglases aus dem Gesichtsfelde weggeschwemmt, ein Uebelstand, der besonders dann zu Tage trat, wenn man das an der freien Luft unvermeidliche Austrocknen der unter dem Deckglas befindlichen Flüssigkeit durch Zusatz eines neuen Flüssigkeitströpfchens verhindern wollte. Die einzige Möglichkeit, die geschilderten Nachteile zu vermeiden, bietet die Untersuchung im „hängenden Tropfen". Letzterer wird dadurch hergestellt, dass man mittels einer vorher geglühten Platinöse einen etwa linsengrossen Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit auf ein Deckglas bringt, dieses vorsichtig umkehrt und auf die ausgeschliffene Vertiefung eines sogenannten „hohlen" Objektträgers legt. Der kreisförmige Ausschliff wird vorher mit Vaseline, Wachs oder einem anderen luftabschliessenden Mittel umrandet, sodass der Tropfen, vor Verdunstung geschützt, in die Höhlung des Objektträgers hineinhängt. Sollen Bakterien untersucht werden, welche auf festem

Nährboden gewachsen sind, so bringt man einen Tropfen Bouillon oder destilliertes Wasser auf das Deckglas, mischt ihm eine Spur des bakterienhaltigen Stoffes bei und verfährt wie oben.

Trotz ihrer grossen Vorzüge hat die Untersuchung im hängenden Tropfen doch auch die Nachteile, dass die den einzelnen Arten zukommenden besonderen Eigentümlichkeiten der Form nicht genügend scharf hervortreten, und dass die so hergestellten Präparate zu wenig haltbar und daher für vergleichende Untersuchungen nicht ausreichend sind. Die Einführung der Färbemethoden, durch deren Anwendung es sehr bald gelang Dauerpräparate der verschiedenen Bakterienarten herzustellen, ist daher einer der wichtigsten Fortschritte der Bakterienkunde. Die Farbstoffe sind nicht blos wichtige Unterscheidungs- und Erkennungsmittel für die einzelnen Arten geworden, sondern gewisse krankheiterregende Bakterien, deren Existenz man früher nur vermutete, sind überhaupt erst durch Färbung entdeckt worden.

Abgesehen von dem Extrakt des Campecheholzes (Hämatoxylin) und dem aus den Cochenilleläusen gewonnenen Carmin benutzt man fast ausschliesslich Anilinfarben. Seit ihrer ersten Anwendung durch Weigert (1871) hat sich die Kunst des Färbens derart vervollkommnet, dass die Anilinfarben ein unentbehrliches Hilfsmittel der Bakterienforschung geworden sind. Die ausgedehnteste Verwendung finden namentlich die folgenden: Gentianaviolet, Methylviolet, Methylenblau, Fuchsin, Vesuvin, Eosin und Safranin.

Dass die zur Färbung bestimmten Präparate einer besonderen Vorbereitung bedürfen, braucht wohl kaum noch hervorgehoben zu werden. In den meisten Fällen empfiehlt es sich folgendes Verfahren anzuwenden: Man bringt mittels der Platinöse ein kleines Tröpfchen des zu färbenden Untersuchungsmaterials auf das Deckglas, verreibt es mittels der Oese in gleichmässig dünner Schicht auf demselben und lässt es vollkommen lufttrocken werden. Das so vorbereitete Deckglas zieht man, die bestrichene Seite nach oben haltend, dreimal mässig schnell durch die Flamme eines Bunsen'schen Brenners, wodurch die Bakterien und sämtliche eiweisshaltigen Substanzen auf dem Deckglas fixiert werden. Hierauf bringt man mittels eines Tropfenzählers einige Tropfen der verdünnten alkoholischen Farblösung auf das Deckglas, lässt dieselbe eine halbe bis eine Minute einwirken, spült dann mit destillier-

tem Wasser ab und kann das so hergestellte Präparat in der gewöhnlichen Weise in Wasser oder, nachdem es lufttrocken geworden, auch in Canadabalsam beobachten.

Um Bakterien im Gewebe nachzuweisen muss man letzteres in feine Schnitte zerlegen. Ein etwa 1 *kbcm* grosses möglichst frisches Gewebestück wird zu diesem Zweck zwei Tage lang in absolutem Alkohol gehärtet und dann mittels eines Mikrotoms in feine Schnitte zerlegt. In vielen Fällen genügt es, wenn die letzteren nach folgendem Verfahren einfach gefärbt werden: Man legt den Schnitt etwa fünf Minuten in die verdünnte alkoholische Farblösung, wäscht den überschüssigen Farbstoff mittels stark verdünnter Essigsäure aus, entzieht das eingedrungene Wasser durch längeres Eintauchen des Schnittes in Alkohol und legt ihn dann zur Aufhellung in Cedernöl — oder noch besser Origanumöl — und schliesst ihn in Canadabalsam ein.

Um Bakterien im Gewebe noch deutlicher hervortreten zu lassen empfiehlt es sich in manchen Fällen Doppelfärbung anzuwenden. Zu diesem Zweck färbt man das Gewebe zunächst mittels Karmin oder Safranin, wäscht den überschüssigen Farbstoff aus und lässt dann erst eine spezielle Bakterienfarbe (z. B. Gentianaviolet) einwirken.

Bei der ausserordentlichen Verbreitung der Mikroorganismen ist es von höchstem Interesse sowohl die Menge als auch die Arten der in den uns umgebenden Medien (Luft, Boden, Wasser) vorkommenden Bakterien kennen zu lernen. W a s s e r proben müssen selbstverständlich mittels sterilisierter Gefässe entnommen und möglichst sofort untersucht werden um einen durch nachträgliche Vermehrung der Keime entstehenden Irrtum zu vermeiden. Um die Zahl der in einer Wasserprobe enthaltenen Keime festzustellen bringt man mittels einer sterilisierten Pipette je 1 *kbcm* und $^1/_2$ *kbcm* in Reagensgläser, die mit der gleichen Menge flüssiger Peptongelatine gefüllt sind, erzeugt durch Schütteln eine gleichmässige Mischung, giesst beide Proben in der früher beschriebenen Weise auf Glasplatten aus und bringt letztere in eine feuchte Kammer. Nach einigen Tagen zählt man mittels der Lupe die entstandenen Kolonien. Zu diesem Zweck legt man die Platten auf eine durch Einritzen in kleine Quadrate geteilte, schwarze Glasplatte, zählt eine grössere Anzahl von Quadraten aus und nimmt das Mittel. Die Herstellung zweier Platten dient zur gegenseitigen Kontrolle;

denn die Anzahl der Kolonien muss auf einer der Platten doppelt so gross sein wie auf der andern.

Leider hat diese Untersuchungsmethode verschiedene Mängel. Einer derselben besteht darin, dass sich die Gelatine nicht in ganz gleichmässig starker Schicht auf der Glasplatte verteilen lässt; hierdurch geschieht es, dass an den Stellen, wo die Gelatineschicht dick ist, einzelne Keime so tief eingebettet werden, dass sie wegen mangelnden Zutritts der Luft nicht zur Entwicklung kommen, während die Keime, welche an solchen Stellen liegen, wo die Gelatineschicht dünn ist, oft mangelhaft ernährt werden und infolgedessen so kleine Kolonien bilden, dass man sie beim Zählen mit der Lupe leicht übersehen kann. Da sich im Wasser ohnedies eine grössere Anzahl von Bakterienarten finden, welche die Gelatine verflüssigen, so kann man die Plattenkulturen nur bei Zimmertemperatur stehen lassen; die Folge davon ist, daſs etwa vorhandene krankheiterregende Arten, welche zu ihrem Gedeihen grösserer Wärme bedürfen, nicht zur Entwicklung kommen. Da man die Platten wegen derjenigen Arten, welche die Gelatine verflüssigen, und dadurch leicht ein Zusammenfliessen benachbarter Kolonien bewirken, schon nach 3—4 Tagen untersuchen muss, so findet man aus diesem Grunde die Anzahl der Keime kleiner als sie in Wirklichkeit ist, weil die langsam wachsenden Arten erst nach mehr als 4 Tagen Kolonien bilden, welche bei der für die Zählung nötigen, schwachen Vergrösserung sichtbar sind. Ein weiterer Grund, welcher die Anzahl der Keime zu gering erscheinen lässt, liegt darin, dass manche scheinbar aus einem Keim entstandenen Kolonien aus mehreren nahe bei einander liegenden Keimen entstanden sein können.

Die Zahl der im Wasser enthaltenen Keime ist selbstverständlich nach Zeit und Ort verschieden. Im Sommer ist sie grösser als im Winter. In stehendem Wasser ist sie grösser als in fliessendem, weil letzteres infolge der Bewegung sich fortwährend mit Sauerstoff mischt. Hierdurch werden die im Wasser vorhandenen organischen Stoffe schneller oxydiert, und gehen schliesslich in sauer reagierende Verbindungen über, die, wie früher erwähnt, zur Ernährung der meisten Bakterien nicht geeignet sind. Die aus grösseren Städten stammenden, mit organischen Stoffen verunreinigten Abwässer steigern natürlich die Zahl der im Flusswasser enthalte-

nen Bakterien ganz bedeutend. So fand z. B. Frank*) im Spreewasser oberhalb Berlins 6140 Keime auf 1 *kbcm*, während unterhalb Berlins diese Zahl auf 243 000 angewachsen ist. Wenn auch glücklicherweise fast sämtliche im Wasser vorkommenden Arten für den Menschen unschädlich sind, so ist doch andrerseits schon mehrfach der Typhusbacillus im Trinkwasser nachgewiesen worden; auch hat Koch den Cholerabacillus in einem Indischen Tank aufgefunden, aus welchem die Umwohner ihr Nutzwasser zu entnehmen pflegten.

Wenn schon die bakterioskopischen Untersuchungsmethoden des Wassers als mangelhaft bezeichnet werden mussten, so gilt dies vielleicht in noch höherem Grade von den Methoden zur Untersuchung der uns umgebenden Luft.

Da die Bakterien an ihrem Nährboden festhaften, so ist ihr Vorkommen in der Luft nur dadurch zu erklären, dass der Nährboden vertrocknet, infolgedessen verstäubt, und die Bakterien auf diese Weise von der Luftströmung fortgeführt werden. Weil aber viele Arten das Austrocknen nicht vertragen können, so ist glücklicherweise die Zahl der in der Luft enthaltenen lebensfähigen Keime eine verhältnismässig geringe; sie beträgt in der Regel nicht mehr als 5 auf 1 Liter Luft.

Mit zunehmender Erhebung über den Meeresspiegel und mit zunehmender Entfernung von bewohnten Orten nimmt diese Zahl stetig ab; auf hohen Bergen und auf offenem Meere ist die Luft bakterienfrei. Von krankheiterregenden Arten ist bis jetzt nur der den gelben Eiter erzeugende Staphylococcus pyogenes aureus in der Luft gefunden worden.

Von den zur Zeit angewandten Luftuntersuchungs-Methoden ist jedenfalls die Hesse'sche eine der besten. Dieselbe besteht darin, dass man messbare Mengen von Luft langsam über eine grössere Fläche von Nährgelatine streichen lässt, die letztere dann von der umgebenden Luft abschliesst und die nach einigen Tagen entstandenen Kolonien zählt. Da jede Kolonie einem Keime entspricht, so kann man hiernach mit annähernder Sicherheit die in 1 *l* Luft enthaltenen Keime schätzen. Der hierbei verwendete Apparat (vergl. nebenstehende Fig. 27) besteht aus einem etwa $^2/_3$ *m* langen und etwa 4 *cm* weiten Glasrohr und einem Aspirator. Das Glasrohr ist an dem einen Ende durch 2 über einander gespannte Kautschukkappen

---

*) „Zeitschrift für Hygiene", 1887, Bd. III, Heft 3.

verschlossen, von denen die innere eine centrale Oeffnung von etwa 2 *cm* Durchmesser besitzt. Das andere Ende ist mittelst eines Kautschukpfropfens verschlossen, durch dessen centrale Durchbohrung ein enges, etwa 15 *cm* langes Glasrohr in den Hohlraum des weiten Rohres hineingeführt ist. Das enge Glasrohr ist sowohl an diesem Ende als auch in der Mitte durch einen Pfropf aus Schiessbaumwolle verstopft. Das freie Ende des engen Rohres wird mit dem Aspirator verbunden. Nachdem der ganze Apparat sterili-



Fig. 27

siert worden ist, füllt man unter Lüftung des Kautschukpfropfens eine entsprechende Menge Peptongelatine in das weite Glasrohr, verschliesst dasselbe sofort und sterilisiert die Gelatine nochmals innerhalb des Glasrohres. Während die Gelatine noch dünnflüssig ist, verteilt man sie durch Rollen des Rohres in möglichst gleichmässiger Schicht auf dessen Wandungen und kühlt dabei das Rohr unter dem Strahl der Wasserleitung so weit ab, dass die Gelatine zähflüssig wird. Hierauf legt man das Rohr wagerecht hin, damit bis zum vollständigen Erstarren ein kleiner Teil der Gelatine noch Zeit hat an der Wandung herabzu-

fliessen und auf dem Boden eine etwas dickere gleichmässige Schicht zu bilden. Wenn der Apparat in Thätigkeit treten soll, so wird das weite Rohr in horizontaler Lage auf einem Gestell befestigt, die äussere der beiden Gummikappen abgenommen, und mittelst des Aspirators langsam Luft hindurchgesogen. Den Aspirator kann man sich sehr leicht dadurch herstellen, dass man, wie es Figur 27 zeigt, zwei Literflaschen hierzu benützt, von denen die eine bei Beginn des Versuches mit Wasser gefüllt und etwa $^1/_2\,m$ höher aufgehängt wird als die andere. Wenn man nun nach dem Prinzip des Saughebers das Wasser aus der oberen in die untere Flasche fliessen lässt, so tritt der Aspirator in Thätigkeit. Sobald sämtliches Wasser in die untere Flasche geflossen ist, vertauscht man die Flaschen und kann auf diese Weise jedesmal einen Liter Luft durch das weite Glasrohr hindurchsaugen.

Wie bereits oben angedeutet wurde, hat auch diese Untersuchungsmethode wesentliche Mängel. Der Umstand, dass eine grössere Anzahl von Keimen bis an das Ende des Glasrohrs gelangen, ehe sie niederfallen, macht es zur Gewissheit, dass viele Keime überhaupt nicht auf die Gelatine niederfallen. Ferner sind an dem Ende, wo die Luft eintritt die Kolonien häufig so dicht gedrängt, dass die Zählung derselben sehr schwierig und ungenau wird. Um auch die Keime zu berücksichtigen, welche ohne niederzufallen das weite Glasrohr passiert haben, werden die Schiessbaumwollenbäusche in Aether aufgelöst und die in dieser Lösung etwa enthaltenen Keime gezählt.

Wie aus den von Miquel (auf dem Montsouris bei Paris) und namentlich aus den von Emil Chr. Hansen (in Alt-Carlsberg bei Kopenhagen) angestellten Untersuchungen hervorgeht, sind die Arten der in der Luft schwebenden Mikroorganismen schon an wenige Meter von einander entfernten Orten wesentlich verschieden, so dass man, um ein einigermassen genaues Resultat zu erlangen, mehrere Apparate zu gleicher Zeit in Thätigkeit setzen muss.

Am wenigsten vollkommen sind zur Zeit noch die Bodenuntersuchungs-Methoden. Während sich eine zu untersuchende Wasserprobe verhältnismässig leicht mit der als Nährboden dienenden Gelatine mischen lässt, ist dies mit den bedeutend schwereren Bodenteilchen nicht so leicht möglich. Am besten lässt sich dies noch nach dem v. Esmarch'schen Verfahren erreichen (Fig. 28). Dasselbe besteht darin, dass man eine bestimmte Menge der betreffenden Bodenprobe in ein zu ein Viertel mit

flüssiger Nährgelatine gefülltes Reagensglas schüttet und durch schnelles Umrühren mittels der Platinöse verteilt. Das Glas wird nun sofort mit einem sterilen Wattebausch verstopft, über welchen man eine sterile Kautschukkappe spannt. Indem man nun das Röhrchen in wagerechter Haltung unter dem Strahl der Wasserleitung oder in Eiswasser rasch dreht, erreicht man, dass die Gelatine in nahezu gleichmässig dicker Schicht an den Wandungen erstarrt. Nach einigen Tagen sind die lebensfähigen

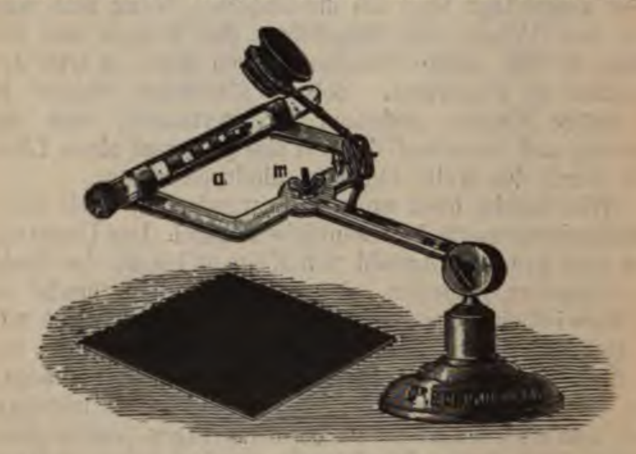


Fig. 28.

Keime zu Kolonien ausgewachsen, deren Zahl man mittels des obenstehend abgebildeten Zählapparats bestimmt. Letzterer besteht aus einer zur Aufnahme des Reagensglases dienenden, wagerechten Metallhülse, welche mit Ausschnitten von bekannter Grösse versehen ist. In sämtlichen Ausschnitten werden nun die bei Unterlegung einer schwarzen Platte deutlich hervortretenden Kolonien gezählt. Der hieraus entnommene Mittelwert giebt mit annähernder Sicherheit die Anzahl der Keime.

Zur Kontrolle dient ein mit der Hälfte der oben verwendeten Bodenmenge inficiertes Reagensglas, welches natürlich nur etwa die Hälfte der oben angeführten Keime enthalten darf.

Ein anderes zur Bodenuntersuchung dienendes Verfahren besteht darin, dass 1 *kbcm* der betreffenden, lufttrocken gemachten Bodenprobe in einer sterilisierten Reibschale mittels eines sterilisierten Pistills fein zerrieben wird. Dieser feine Staub wird nun mittels eines sterilisierten

Skalpells in möglichst dünner Schicht auf eine oder zwei unter der Glasglocke des früher beschriebenen Eis-Kühlapparats liegende, mit flüssiger Gelatine bedeckte Glasplatten gestreut, welche man nach dem Erstarren der Gelatine in eine feuchte Kammer bringt. Die Zahl der Kolonien wird auf dieselbe Weise wie bei Wasseruntersuchungen festgestellt.

Zur Kontrolle empfiehlt es sich, eine gleiche Menge der betreffenden Bodenprobe auf eine ebenso grosse Gelatinefläche zu streuen und dieselbe dann mit einer Glimmerplatte zu bedecken. Durch den somit bewirkten Luftabschluss erreicht man, dass auch die Keime der anaeroben Arten zu grösseren, deutlich sichtbaren Kolonien auswachsen.

Leider sind Bodenuntersuchungen bisher erst in so geringem Umfange angestellt worden, dass über diese Verhältnisse noch kein abschliessendes Urteil möglich ist; soviel steht jedoch fest, dass die Anzahl der Keime in den obersten Bodenschichten am grössten ist, und nach untenhin schnell abnimmt. Da die Keime nur mit dem von der Oberfläche eindringenden Wasser hinuntergeschwemmt werden können, so folgt hieraus, dass der Boden ein gutes Filter bildet um Bakterien zurückzuhalten. Eine praktische Anwendung findet diese Thatsache in den zur Reinigung des Leitungswassers der meisten Städte dienenden grossen Filterbecken. Ferner erklärt es sich hieraus, dass Quellwasser, wenn es aus genügender Tiefe kommt, immer bakterienfrei ist, vorausgesetzt natürlich, dass es an der Ausflussstelle nicht durch seitliche Zuflüsse aus den oberen Bodenschichten verunreinigt wird.

Schliesslich mag hier noch erwähnt werden, dass die bakterioskopischen Untersuchungen des Wassers die ehemals geltenden Ansichten über die Brauchbarkeit eines Trink- und Nutzwassers wesentlich umgestaltet haben. Da, wie oben erwähnt, selbst das als chemisch rein geltende destillierte Wasser der Laboratorien meist Bakterien enthält, so kann die früher übliche chemische Untersuchung allein keinen vollständigen Aufschluss über die Brauchbarkeit eines Trinkwassers geben; denn selbst ein nahezu chemisch reines Wassers kann wegen der darin enthaltenen Bakterien für den menschlichen Haushalt durchaus ungeeignet sein, während ein chemisch weniger reines, aber bakterienfreies oder mindestens von krankheiterregenden Bakterien freies Wasser vollständig brauchbar sein kann.

GEBR. KIESAU, BERLIN SW., KOCHSTR. 73

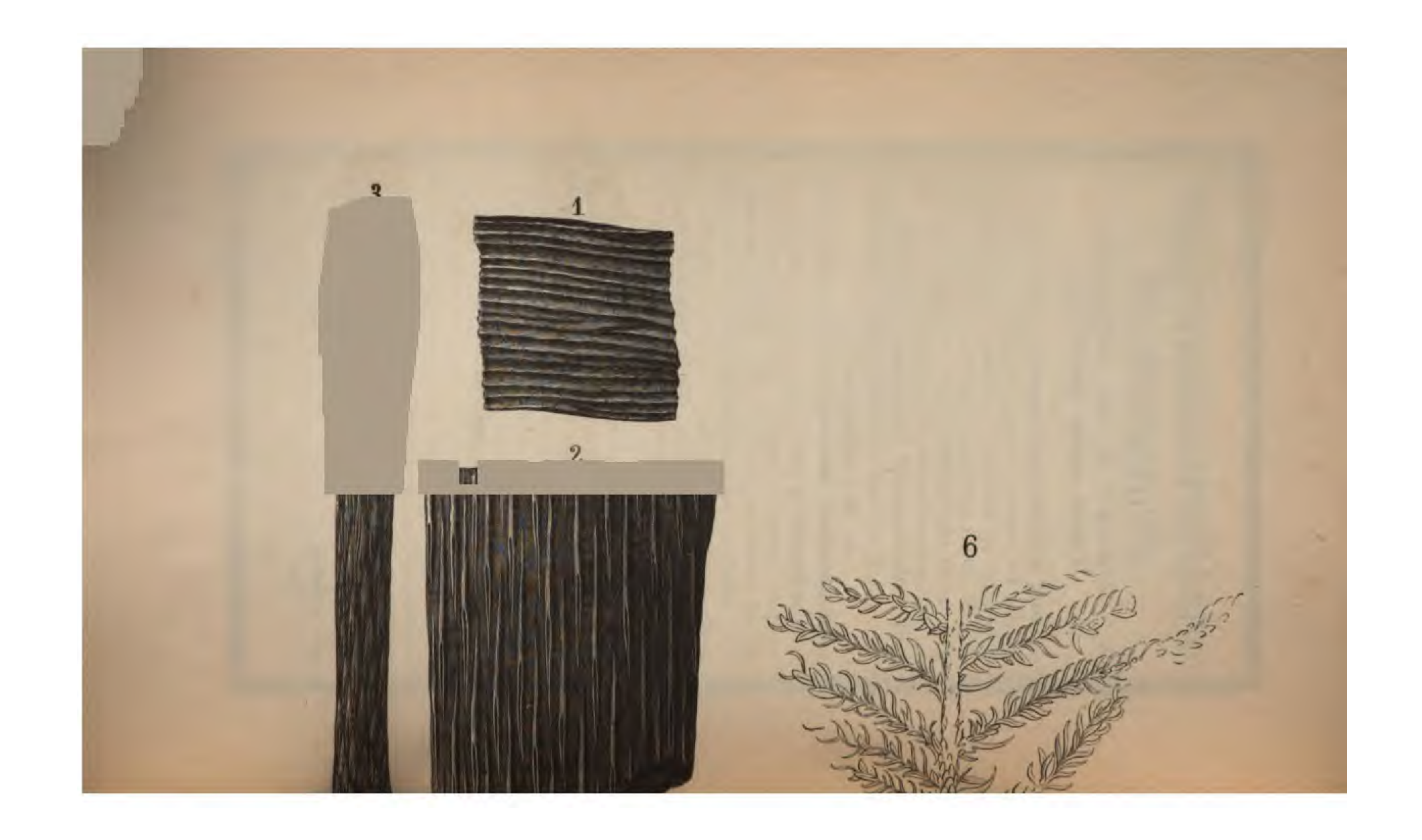

3
1
2
6



Fig. 1. Artisia-Steinkern in natürlicher Grösse. — 2. Ein verkieseltes Stück von Tylodendron in natürlicher Grösse, angeblich aus der Gegend von Tholey. — 3. Steinkern von Tylodendron speciosum aus einem Steinbruch bei Otzenhausen unweit Birkenwald, $^{1}/_{3}$ der natürlichen Grösse. — 4. Wachsabdruck der vom Mark befreiten Höhlung von Araucaria imbricata. — 5. Ein vergrössertes Feld der Markoberfläche von Arauc. imb. — (Alles nach der Natur, nach Exemplaren aus dem Museum der Kgl. Preuss. geol. Landesanstalt). — 6. Walchia piniformis Sternberg. Natürl. Grösse. (Aus Zittel-Schenk: Handb. d. Palaeontologie.)

7

Die systematische Zugehörigkeit der versteinerten Hölzer (vom Typus Araucarioxylon) in den palaeolithischen Formationen.

von

Dr. H. Potonié.

Mit 1 Tafel.

Separat-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1889.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Die Abdrücke und Reste, namentlich die versteinerten Reste von pflanzlichen Stammteilen, die sich in den palaeolithischen Schichten der Erdrinde, also vom Devon bis zum Zechstein finden, gehören vorwiegend zu Arten aus den Abteilungen der Equisetinen (so besonders Steinkerne von Markhöhlungen: Calamiten, ferner versteinerte Hölzer: Calamodendron i. w. S.), der Lycopodinen (besonders Abdrücke der Rindenoberfläche von Lepidodendreen und Sigillarieen), der Filicineen (Abdrücke der Rindenoberfläche: z. B. Megaphytum und Caulopteris; verkieselte Stämme: Psaronius) und der Gymnospermen. Ueber die Lepidodendren und Sigillarien und ihre unterirdischen Organe, die Stigmarien, haben wir bereits in Bd. II der „Naturw. Wochenschr.“ auf Seite 74 u. ff. berichtet; heute wollen wir uns mit Gymnospermen-Stamm-Resten jener alten Formationen beschäftigen, und zwar spezieller mit der engeren Zugehörigkeit der so zahlreich vorkommenden verkieselten Hölzer, von Araucarieen-Holz-Struktur, die daher unter dem Sammelnamen Araucarioxylon zusammengefasst werden.

In seiner „Einleitung in die Paläophytologie vom botanischen Standpunkte aus“*) leitet Graf zu Solms-Laubach den „Cordaiteae“ überschriebenen Abschnitt mit den folgenden Worten ein: „Allen denjenigen, welche sich eingehender mit Paläophytologie beschäftigen, erschien es schon seit lange merkwürdig, dass trotz der verhältnismässigen Seltenheit und Unsicherheit der Zweig- und Blattreste von Coniferen in der Kohlenformation, doch so reichlich verkieselte Hölzer des Typus Araucarioxylon in derselben vorkommen. Man ahnte noch zur Zeit des Erscheinens von Schimpers „Paléontologie végétale“ nicht, dass diese Hölzer mit Blättern zusammengehören, die, vom Devon aufwärts vorkommend, zumal in den oberen Ablagerungen der Carbonperiode in ungeheurer Häufigkeit auftreten und alle Schichtungsflächen des Ge-

*) Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1888.

steins mit zahllosen Abdrücken bedecken. Diese Blätter waren ihrer Bandgestalt und parallelen Nervatur halber, von den älteren Autoren .... zu den Monocotyledonen gerechnet worden. Man stellte mit ihnen gewisse gleichfalls sehr häufige Steinkerne von rundem, herz- oder eiförmigem Umriss zusammen, die, je nach ihrer Form als Cardiocarpus, Rhabdocarpus etc. bezeichnet, mit den Früchten der Palmen verglichen zu werden pflegten. Freilich war Brongniart .... schon früh von dieser Ansicht zurückgekommen und hatte sie samt den erwähnten Samensteinkernen den Cycadeen als eigene Familie an die Seite gestellt, womit also schon damals ihre wirkliche Verwandtschaft vermutungsweise erkannt war.... Nichtsdestoweniger behielt dieselbe den schwankenden Charakter bei, man war bezüglich ihrer lediglich auf Vermutungen angewiesen, bis es Grand'Eury gelang, sie durch seine ausgezeichneten Untersuchungen im wesentlichen klar zu stellen und mit Grund und Berechtigung definitiv den Gymnospermen einzureihen."

Die Cordaïten zeigen innerhalb der Gymnospermen viele Beziehungen einerseits zu den Cycadaceen anderseits zu den Coniferen, spezieller zu den Taxeen. Sie waren schlanke, unregelmässig verzweigte Bäume, die am Gipfel der Aeste also lang-bandförmige, auch verkehrteiförmig bis länglich-elliptische und parallel-nervige Blätter trugen, die beim Abfallen längliche, querverlaufende Narben zurückliessen. Eigentümliches bietet die Anatomie der Blattleitbündel, deren Xylem aus zwei Teilen besteht, von denen der eine sich vom Protoxylem aus nach dem Phloëm zu („centrifugal"), der andere vom Protoxylem aus nach der entgegengesetzten Richtung hin („centripetal") entwickelt; denselben Bau finden wir in den Blättern der Cycadaceen. Die Anatomie der Stämme zeigt ein grosses, zuweilen verkieselt oder als Steinkern — mit querverlaufenden ringförmigen Furchen, welche queren, festeren Gewebe-Lamellen (Diaphragmen) entsprechen — vorkommendes und dann Artisia genanntes Mark (Figur 1 in natürlicher Grösse), welches von einem in die Dicke wachsenden Cylinder ohne Jahrringbildung umgeben wird. Die Rinde ist dick. Auch die getrenntgeschlechtigen Blüten weisen in ihrem Bau auf die Gymnospermen.

Auf Grund der erwähnten Entdeckung Grand' Eury's könnte man zu der Verallgemeinerung verleitet werden, alle Araucarioxyla der palaeolithischen Formationen

als Cordaïten-Hölzer aufzufassen, aber dass dies sicherlich voreilig wäre, geht mit Sicherheit aus einer von mir unternommenen und im Jahrbuch der Königl. Preuss. geologischen Landesanstalt und Bergakademie von 1887 p. 311ff.*) veröffentlichten Untersuchung über „Die fossile Pflanzengattung Tylodendron" hervor.**)

Gerade ebenso wie mit der oben genannten „Gattung" Artisia ist es auch mit Tylodendron gegangen. Man glaubte früher, dass die häufig als Steinkerne vorkommenden, jetzt also als Markkörper von Cordaïten-Stämmen erkannten Artisien ganzen Stamm-Stücken entsprächen***) und hielt demgemäss ihre die Oberfläche charakterisierenden und in Wirklichkeit also den Markdiaphragmen entsprechenden Querfurchen für die Anheftungsstellen von Blättern. Auch die Tylodendron-Petrefakten (Figur 2 und 3) sind nun — wie ich an verkieselten, also mikroskopisch untersuchbaren Stücken nachgewiesen habe — keineswegs, wie bisher angenommen wurde, ganze resp. entrindete Stamm-Stücke, sondern ebenfalls nur Markkörper, die jedoch nach allem, wodurch sie sich auszeichnen, auf ihre systematische Zugehörigkeit zu den Araucarieen, also auf echte Koniferen weisen. Aber nicht allein der Bau des Markkörpers, sondern auch das zu Tylodendron gehörige Holz, welches verkieselten Tylodendron-Exemplaren zuweilen noch anhaftet, widerspricht seinem Baue nach in keinem Punkte dem, was wir von Araucarieen wissen: es gehört wie das Cordaïten-Holz zu Araucarioxylon. Die bis jetzt in Verbindung mit Artisia und mit Tylodendron gefundenen Araucarioxyla unterscheiden sich jedoch stets leicht voneinander.

Grand' Eury hat nur Hölzer von dem charakteristischen Bau des Araucarioxylon Brandlingii als sicher zu Cordaïtes gehörig nachgewiesen; dasselbe zeichnet sich aus durch mehrzellschichtige Markstrahlen und Hydro-Stereïden (Tracheïden) (vergl. Bd. III S. 103 der N. W.) mit 3—4, selten 2 oder 5reihigen, dicht gedrängten und polygonal erscheinenden, gehöften Tüpfeln auf den Radialwandungen. Hingegen besitzt das mit Tylodendron in

---

*) In Kommission bei der Simon Schropp'schen Hof-Landkartenhandlung (J. H. Neumann.) Berlin 1888.

**) Vergl. auch „Naturw. Wochenschrift" Band I Seite 162.

***) Von den namentlich in der Steinkohlenformation so häufigen Ausfüllungen (Steinkernen) der grossen, centralen Hohlräume, der Markhöhlungen, der Calamarien-Stämme glaubte man früher ebenfalls, dass sie ganzen Stammstücken entsprächen.

Verbindung vorkommende Holz meist nur einzellschichtige Markstrahlen und die Radialwände der Hydro-Stereïden tragen gehöfte, kreisförmige Tüpfel in nur einer oder zwei, selten in drei alternierenden Reihen, die, wenn sie dicht stehen, an den Berührungsstellen polygonal werden. Die Poren in den Tüpfel-Wölbungen sind bei dem erstbeschriebenen Holz schief gerichtet und bilden Spalten, beim Tylodendron-Holz jedoch kreisförmig. Sehen wir uns unter den benannten Araucarioxylon-„Arten" um, so finden wir, dass das mit Tylodendron verbundene Holz in den charakteristischen Merkmalen z. B. mit Araucarioxylon Rhodeanus übereinstimmt. Die Typen Brandlingii und Rhodeanus sind scharf voneinander unterschieden, womit natürlich nicht in Abrede gestellt wird, dass es Uebergänge zwischen ihnen giebt.

Was nun den Bau von Tylodendron angeht, so stimmt derselbe überraschend in seinen Eigentümlichkeiten mit demjenigen des Markkörpers speziell von Araucaria imbricata, Figur 4, überein, während sich unser Petrefakt auffällig von Artisia unterscheidet. Hiernach ist es doch gewiss berechtigt die Tylodendron-Reste, und das zugehörige Holz, bis auf weiteres als Araucarieen-Reste zu erklären. Eine Anerkennung der Folgerichtigkeit dieser Erwägung liegt in dem Ausspruch Schenk's*): „So wünschenswert es wäre, Cordaïtenhölzer von den Hölzern anderer in den gleichen Schichten vorkommender Koniferen zu unterscheiden, so wird dies vorerst doch nur bei gleichzeitigem Vorkommen des Markes möglich sein."

Ueber die — weil man von der Meinung ausging, dass man es mit Stämmen zu thun habe, bisher falsch gedeuteten — Eigentümlichkeiten von Tylodendron ist nun folgendes zu sagen. Die Tylodendron-Petrefacten stellen stielrunde Steinkerne (Fig. 3) oder verkieselte Gebilde (Fig. 2) von verschiedener Länge dar; das bisher gefundene längste Exemplar, von welchem unsere Figur 3 eine um $^1/_3$ verkleinerte Darstellung giebt, hat eine Länge von über 70 *cm*. In Entfernungen von je 3 Decimetern erscheinen periodisch wiederkehrende Anschwellungen. Die Oberfläche, am besten an dem in natürl. Grösse dargestellten Stück (Fig. 2) ersichtlich, ist durch Furchen in (fälschlich als Blattpolster gedeutete) Felder von länglich-rhombischer Gestalt derartig eingeteilt,

*) „Die fossilen Pflanzenreste", Seite 143, Verlag v. Eduard Trewendt, Breslau 1888.

dass die Längendurchmesser derselben mit der Längsachse des Petrefactes zusammenfallen. Die untere Hälfte jedes dieser Felder ist durch eine Furche der Länge nach gespalten, in der Weise wie dies Figur 2 klar macht. Ueber den Anschwellungen sind die Felder an den meisten Exemplaren (Tylodendron speciosum Weiss) am kürzesten, von wo aus die Länge derselben allmählich bis zur nächsten Anschwellung zunimmt; in manchen Fällen (T. elongatum [Brongn.] Potonié) sind die Felder über und unter den Anschwellungen von gleicher Länge. Zur Vervollständigung dieser Beschreibung sei schliesslich noch erwähnt, dass die mikroskopische Untersuchung verkieselter Stücke ein zuweilen ausgezeichnet erhaltenes typisches Markparenchym erkennen lässt: eine Thatsache, die mich zuerst auf die richtige Deutung unseres Petrefactes führte.

Die geschilderte Oberflächenstruktur kommt durch den Verlauf der — an den Petrefacten meist verschwundenen — primären, nahrung-leitenden Stränge (Leitbündel) in den Thälern zwischen den Rhombenfeldern und der in die Blätter abgehenden Leitbündel (Blattspuren) in den die halben Felder spaltenden Schlitzen zu stande. Ein solcher Bündelverlauf kommt bei Koniferen-Arten vor, ist z. B. auch — wie unsere Figuren 4 u. 5 erläutern — bei Araucaria zu finden. Die Fig. 5 stellt ein vergrössertes Feld der Markoberfläche dar, um die Uebereinstimmung mit den Feldern von Tylodendron zu erweisen.

Die periodischen Anschwellungen von Tylodendron sind mit denen im Mark des Hauptstammes lebender Araucarieen an den Stellen, wo die Zweigquirle abgehen, zu vergleichen. Schon äusserlich betrachtet, zeigen viele lebenden Araucarieen, z. B. Araucaria brasiliana, A. Bidwillii und A. imbricata, an den bezeichneten Stellen ganz deutliche Verdickungen, und von mir untersuchte Stammstücke der letztgenannten Art ergaben denn auch in der That eine entsprechende Erweiterung in dem verhältnismässig grossen Mark. Der Querdurchmesser des Markkörpers an den Anschwellungen im Vergleich mit dem Querdurchmesser des Markes an anderen Stellen ergiebt durchaus das gleiche Verhältnis wie bei Tylodendron.

Unsere Figur 4 bietet zum Vergleich die Abbildung eines Wachsabgusses der vom Mark befreiten Markhöhlung mit einer Anschwellung im Haupt-Stamm von Araucaria imbricata in natürlicher Grösse.

Meine Deutung befindet sich auch vollständig im Einklang mit dem Befund an den Tylodendron-Exemplaren, welche an den bezüglichen Stellen Astabgänge („Astnarben“) besitzen.

Bei Agathis australis (= Dammara australis) ist eine Markanschwellung des Hauptstammes an den Stellen der Zweigquirle ebenfalls zu beobachten, wenn auch nicht so auffallend wie bei Araucaria imbricata. — Bei Pinus-Arten und verwandten Arten aus anderen Gattungen, auch bei der ein besonders grosses Mark besitzenden Pinus nigricans habe ich solche Anschwellungen nicht finden können, ferner auch nicht bei den im Kgl. botanischen Garten zu Berlin vorhandenen Taxoïdeen, die desshalb zu untersuchen waren, weil aus den Funden hervorgeht, dass die bis jetzt bekannten echten Koniferen der palaeolithischen Formationen vermutlich zu dieser Abteilung gehören.

Ich glaube also nachgewiesen zu haben, dass uns die bisherigen Kenntnisse bis auf weiteres zu der Annahme nötigen, dass die Wälder der Schichten, in denen Tylodendron bis jetzt gefunden worden ist: also der oberen Steinkohlenformation und des Perm, in der That von Araucarien-ähnlichen, quirlig-verzweigten Koniferen geschmückt wurden. Wir können für diese Gewächse am besten die ältere Göppert'sche Bezeichnung Araucarites — ursprünglich für Araucarioxylon Kraus gebraucht — verwenden.

Es kann natürlich sein, dass sich auch Holz vom Typus Araucarioxylon Rhodeanus in Verbindung mit Artisia-Mark findet oder Holz von Typus A. Brandilngii mit Tylodendron, oder dass andere Funde eine Verschiebung in der gegebenen Einteilung verlangen; aber bis dahin müssen wir dieselbe jedenfalls gelten lassen.

Während nun die Zugehörigkeit jener häufigen Blattabdrücke von Monocotylen-Typus zu den Cordaïten feststeht, da sie in Verbindung mit deutlich erkennbaren Stammteilen mit Artisia-Mark gefunden worden sind, können wir über die Belaubung von Araucarites (diese Gattung in obigem Sinne genommen) leider nur Vermutungen äussern. Es kommen aber — wenn auch selten — in den obersten Schichten der Steinkohlenformation und sehr häufig im Rotliegenden — also in denselben Schichten wie Tylodendron — Abdrücke von Zweigen vor, die ganz und gar die Tracht von Araucarienzweigen, namentlich solcher von der Araucaria excelsa, der Norfolk-Tanne, besitzen. Ich meine die „Gattung“ Walchia, Fig. 6. Auch z. B.

Solms-Laubach (a. a. O. S. 77) und schon ältere Autoren vergleichen Walchia bezüglich ihrer Tracht mit der genannten Araucarien-Art. Es sind nach Form, Richtung, Grösse usw. der nadelförmigen Blätter eine Anzahl Walchia-„Arten" unterschieden worden. Die Walchia-Abdrücke stellen Zweigsysteme dar, die genau wie diejenigen der Norfolk-Tanne aus zweizeilig angeordneten Zweigen zusammengesetzt sind. Die kleinen, wie schon gesagt, nadelförmigen Blätter stehen mehr oder minder dicht rings um die Zweige und sind oftmals sichel- bis hakenförmig gebogen. Der Abdruck eines Zapfens an der Spitze eines Walchia-Zweiges in der Sammlung der Kgl. Preuss. geol. Landesanstalt könnte ganz wohl ein Koniferen-Zapfen sein. Ich bin auch in der Lage für die ausgesprochene Vermutung die Autorität des Herrn Prof. A. Schenk anzuführen, der mir schreibt: „Wünchenswert wäre die Ermittlung der Angehörigkeit von Tylodendron, ich vermute, dass sie zu Walchia gehört." Auch R. Zeiller, der einen Tylodendron-Steinkern aus dem Perm der Corrèze, wo Walchia-Abdrücke häufig sind, nach der älteren (Weiss-schen) Deutung beschreibt*), spricht — auf Grund des Zusammenvorkommens beider Reste in denselben Schichten — die Vermutung aus, dass dieselben zusammengehören möchten.

Nach dem Gesagten hätten wir also die beiden Gymnospermen-Gattungen:

1. Cordaïtes.
   Holz = Araucarioxylon vom Typus A. Brandlingii (= Cordaïoxylon).
   Mark = Artisia.
   Belaubung = Blätter von Monocotylen-Typus, für welche der Name Cordaïtes ursprünglich allein geschaffen war.
2. Araucarites.
   Holz = Araucarioxylon vom Typus A. Rhodeanus.
   Mark = (soweit dasselbe besonders gross ist und sich erhalten zeigt) Tylodendron.
   Belaubung = Walchia?

---

*) Note sur quelques plantes fossiles du terrain permien de la Corrèze (Bulletin de la société géologique de France, 3. série, tome VIII, 1879).

GEBR. KIESAU, BERLIN SW., KOCHSTR. 73

8

Ueber die wichtigen Funktionen der Wanderzellen im tierischen Körper

von

Dr. E. Korschelt.

Mit 10 Holzschnitten.

Separat-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift"
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1889.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Im Körper sowohl der höheren wie der niederen Tiere finden sich Zellen, welche nicht in fester Verbindung mit den Geweben des Körpers stehen, sondern sich unabhängig von diesen frei im Körper bewegen. Wir denken hier nicht an die roten Blutkörperchen, die ja auch den Körper durchwandern. Ihre Bewegung ist eine passive, durch den Blutstrom bedingte und beschränkt sich auf bestimmte Bahnen. Diejenigen Zellen aber, welche wir als Wanderzellen bezeichnen, zeigen aktive Beweglichkeit. Indem sie ihre Gestalt durch Aussenden von Fortsätzen verändern, vermögen sie sich nach Art der Amöben kriechend zu bewegen. Die Fig. 1 zeigt eine solche Wanderzelle in verschiedenen Stadien ihrer Bewegung. Bei den Wirbeltieren, wo sich diese Zellen vor allem im Blut und in den Lymphbahnen finden, jedoch auch andere Gewebe durchdringen, bezeichnet man sie schlechthin als weisse Blutkörperchen oder belegt sie insgesamt mit den Namen Leucocyten. Der in der ersten Figur dargestellte, stark vergrösserte Leucocyt ist der Lymphe des Frosches entnommen.

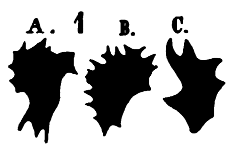


Fig. 1. Leucocyt aus der Froschlymphe. Vergr. ca. 300 fach. Nach Metschnikoff.

Aehnliche amöboid bewegliche Zellen wie die Leucocyten der Wirbeltiere finden sich auch bei den Wirbellosen und zwar treten sie schon in sehr frühen Stadien der embryonalen Entwicklung auf. Bei den Seeigeln und Seesternen beispielsweise lösen sich derartige Wanderzellen schon dann aus dem Verband der übrigen Zellen des Embryos los, wenn dieser noch auf dem Stadium der Blastula steht (Fig. 2), d. h., wenn die durch Furchung des Eies entstandenen Zellen erst eine einschichtige Keimblase bilden. Die Wanderzellen treten aus der Zellenschicht in den von gallertiger Masse erfüllten Innenraum der kugelförmigen Keimblase, wo sie sich kriechend umherbewegen (Fig. 2). Diese Zellen lassen sich

im Leben beobachten, weil manche der Keimblasen ziemlich durchsichtig sind. Daher konnte der bekannte russische Zoologe Metschnikoff an ihnen diejenigen Beobachtungen machen, welche ihn zur Aufstellung seiner wichtigen und aussichtsreichen Phagocytentheorie führten.



Fig. 2. Larve eines Seeigels, welche vor kurzem die Eihülle verlassen hat und sich mit Hilfe ihrer Flimmerhaare im Seewasser fortpflanzt. Vergr. ca. 270 fach.

In der Entwicklung der Echinodermenlarven, zumal dann, wenn sich die Larve in den Seestern umwandelt, treten gewisse Perioden ein, während welcher ganze Abschnitte der Larve rückgebildet werden, diejenigen nämlich, welche nicht in den Körper des ausgebildeten Tieres übergehen. Als Bruchstücke dieser Körperteile erscheinen grössere und kleinere Eiweisskügelchen, die sich im Innern des Larvenkörpers verteilt finden. Metschnikoff beobachtet nun, dass die Wanderzellen diese Eiweisskügelchen in sich aufnehmen, indem sie dieselben mittelst ihrer Pseudopodien umfliessen. Die Fig. 3, Wanderzellen aus der Auricularialarve einer Seewalze darstellend, soll diesen Vorgang veranschaulichen.



Fig. 3. Wanderzellen aus Echinodermenlarven. Vergr. ca. 350 fach. Nach Metschnikoff.

Im Innern der Zelle werden die Eiweisskügelchen verdaut. Man kann beobachten, wie ihre Konturen an Deutlichkeit verlieren, wie sie sich allmählich ganz auflösen und ihre Substanz offenbar derjenigen der Wanderzelle assimiliert wird. Phagocyten oder Fresszellen nennt Metschnikoff infolge dieses Verhaltens die Wanderzellen. Bei Larven, die schon weiter in der Verwandlung vorgeschritten waren, fand er die Wanderzellen oft dicht mit mehr oder weniger veränderten Eiweisskügelchen erfüllt (Fig. 3 D). *Es liegt kaum ein Zweifel ob, dass die Phagocyten eine wichtige Rolle bei der*

Metamorphose der Larven spielen, indem sie die nichtverwendbaren Teile des Körpers wegschaffen und sie in brauchbare Substanz umsetzen.

Diese Befunde Metschnikoffs werden in glänzender Weise durch die neueren Arbeiten von Barfurth, Kowalevsky und van Rees über die Rückbildungserscheinungen bei der Metamorphose von Kaulquappen und Insektenlarven bestätigt. Metschnikoff hatte schon selbst darauf hingewiesen, dass bei der Verwandlung der Kaulquappe in den Frosch im absterbenden Schwanz der ersteren eine Menge amöboider Zellen sich finden, welche in ihrem Innern ganze Stücke von Nervenfasern und Muskelprimitivbündeln enthalten. Auch hier übernehmen also die Phagocyten die Wegschaffung unbrauchbar gewordener Teile und dieselbe Rollen spielen sie in der Insekten-Metamorphose.

Schon seit langem war bekannt, dass bei der Verpuppung der Insekten eine Auflössung der Gewebe stattfindet. Wenn man eine im Beginn ihrer Verwandlung stehende Puppe öffnet, so zeigt sich in ihrem Innern eine formlose, breiartige Substanz. Das Verständnis dieser von Weismann als Histolyse beschriebenen Erscheinung eröffnete erst die Phagocytenlehre. Durch Kowalewsky und van Rees wurde nachgewiesen, dass auch hier die Blutkörperchen als Phagocyten in Organe und Gewebe eindringen und dadurch deren Zerfall veranlassen. Wie massenhaft die Einwanderung geschieht, erkennt man aus den Figuren 4 und 5. In Fig. 4 A sieht man einen Teil eines quergestreiften Muskels von Phagocyten (Ph) durchsetzt. Letztere sind in den Figuren feiner schraffiert, um sie

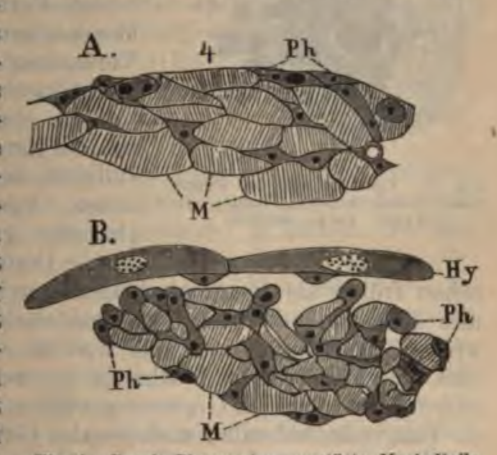


Fig. 4. Durch Phagocyten zerstörte Muskelteile einer Fliegenpuppe. M Stücke der Muskulatur, Ph Phagocyten, Hy (Hypodermis-) Oberhautzellen. Vergr. 250fach. Nach Kowalewsky.

von den quergestreiften (gröber schraffierten) Muskelteilen zu unterscheiden. In Fig. 4 B ist die Zerstörung des Muskels noch weiter fortgeschritten. Er ist in viele kleine Teilstücke zerfällt, zwischen denen man die Phagocyten (Ph) in grosser Anzahl liegen sieht. Einige derselben haben sich auch bereits an die in Fig. 4 B sichtbaren beiden Zellen der Hypodermis (Oberhaut, Hy) angelagert, um diese ebenfalls alsbald in Angriff zu nehmen (Kowalevsky).

Die Fig. 5 veranschaulicht (nach van Rees) das Eindringen von Phagocyten (Ph) in eine Zelle des Fettkörpers. Dasselbe geht allmählich vor sich. Die Phagocyten scheinen sich mit der Substanz der Zelle anzufüllen und dieselbe dann zu verlassen. Das wiederholt sich bis die Zelle völlig zerstört ist. — In ähnlicher Weise wie Oberhaut, Muskeln und Fettkörper verfallen auch die übrigen Organe der Zerstörung durch die Phagocyten. Ganz entsprechend wie wir das oben nach den Metschnikoffschen Beobachtungen dargestellt haben, zeigen die letztgenannten beiden Forscher, dass in den Phagocyten eine intracelluläre Verdauung der aufgenommenen Gewebsteile stattfindet.



Fig. 5. Fettzelle aus der Puppe einer Schmeissfliege; nach van Rees. Vergr. 240fach.

In gleichem Fortschritt mit der Zerstörung der alten vollzieht sich der Aufbau der neuen Organe des Insekts. Derselbe geht aus von gewissen Punkten, welche man schon früher als Imaginalscheiben bezeichnete. Es sind dies scheiben- oder ringförmig gestaltete Gewebspartieen, welche gleichzeitig mit dem Fortfall der alten Organe sich durch schnelles Wachstum je nachdem zu flächenhaften oder röhrigen Organen gestalten. Man ist geneigt, die Imaginalscheiben als embryonales Gewebe aufzufassen, welches lebenskräftiger als das übrige dem Angriff der Phagocyten grösseren Widerstand entgegensetzt und deshalb vor der Zerstörung bewahrt bleibt.

Schon Metschnikoff bemerkte, dass die Phagocyten bei der Aufnahme von Stoffen unter diesen eine

gewisse Wahl ausüben, und dass es vor allem absterbende Substanzen sind, welche ihnen zur Nahrung dienen. Um dies zu erweisen, stellte er bestimmte Versuche an. Er spritzte unter die Haut einer marinen Nacktschnecke gekochte Seeigeleier ein. Alsbald wurden dieselben von den Wanderzellen aufgenommen und in der gewöhnlichen Weise verdaut. Als Metschnikoff nun aber den gleichen Versuch mit lebenden Seeigeleiern wiederholte, zeigte sich, dass dieselben von den Phagocyten nicht angegriffen wurden. Sie blieben unberührt, und wenn auch noch Sperma dazu ins Innere der Schnecke eingeführt wurde, so trat die Befruchtung ein; die Eier entwickelten sich sogar bis zum Stadium der Blastula (Fig. 2). Dies dürfte ein Beweis dafür sein, dass die Phagocyten besonders an absterbenden Teilen ihr Zerstörungswerk üben. *In derselben Weise werden also auch bei der Verwandlung der Insekten diejenigen Organe, welche das Ende ihres Wachstums erreicht haben, vernichtet; ihre Substanz wird durch die Thätigkeit der Phagocyten verflüssigt und den neu entstehenden Organen als Nahrung zugeführt.* Die noch lebenskräftigen Teile hingegen, die Imaginalscheiben, bleiben erhalten.

Wie die absterbenden Teile, welche dem Körper schädlich zu werden drohen, durch die Wanderzellen weggeschafft werden, so geschieht dies auch mit fremden, ins Innere des Körpers gelangten Stoffen. Carminkörner und Staubpartikel, welche Metschnikoff künstlich ins Innere von Seesternlarven einführte, sah er alsbald von Wanderzellen umwickelt und aufgenommen werden. Sie wurden durch die Phagocyten unschädlich gemacht.

Die prophylactische Rolle, welche die Wanderzellen spielen, erstreckt sich aber noch weiter, als wir bis jetzt sahen, und auch darauf hingewiesen zu haben, ist das Verdienst von Metschnikoff. *Wie die Phagocyten absterbende und andere, dem Körper schädliche Stoffe in sich aufnehmen, thun sie dies auch mit den eingedrungenen Bakterien und darin liegt ihre ausserordentlich wichtige Bedeutung für den tierischen und ebenso natürlich auch für den menschlichen Körper.*

Wir müssen hier abermals auf die Metschnikoffschen Untersuchungen zu sprechen kommen. Dieselben beziehen sich zunächst auf ein wirbelloses Tier, einen kleinen in unseren süssen Gewässern lebenden Krebs (Daphnia). Derselbe wird oft von einem Sprosspilz be-

fallen, dessen Sporen sehr lang, nadelförmig sind. Eine Anzahl dieser Sporen sieht man in der Fig. 6 im Lumen des Darms einer Daphnide liegen. Die Fig. 6 stellt ein Stück aus dem Vorderteil des Daphnidenkörpers im optischen Längsschnitt dar. Die Wände des Darms sind dunkel, sein Lumen und die gegen den Rücken hin angrenzende Leibeshöhle heller gehalten. Einige der Sporen durchdringen, wie dies oft der Fall ist, die Darmwand und gelangen in die Leibeshöhle. Hier aber werden sie sofort von den Blutkörperchen in Empfang genommen (Fig. 6 Ph), welche sich in der Umgebung der Spore anhäufen und sie in sich aufzunehmen suchen. Indem sie dabei mehr oder weniger mit einander verschmelzen, gelingt ihnen dies auch. Den Vorgang, welcher sich nunmehr abspielt, zeigt die Fig. 7 bei starker Vergrösserung. Hier liegen anfangs nur 3 Blutkörperchen der Spore an, später kommen noch mehrere hinzu, welche sich zu einem Plasmodium vereinigen, innerhalb dessen die Spore verdaut wird. Das Fortschreiten des Verdauungsprozesses giebt sich dadurch zu erkennen, dass die Spore ihre regelmässige Gestaltung verliert, Auftreibungen, Verdickungen und Verkrümmungen erfährt, bis sie schliesslich in einzelne Stücke zerfällt und nichts mehr von ihrer früheren Gestalt zu erkennen ist. Einzelne dieser Stadien sind in der Fig. 7 dargestellt.



Fig. 6. D Darm, Ph Phagocyten. Vergr. ca. 160 fach. Nach Metschnikoff.



Fig. 7. Pilzsporen und Blutkörperchen aus der Leibeshöhle einer Daphnide. Nach Metschnikoff. A und B nach 570, e, D und E nach 300 facher Vergrösserung.

Uebrigens sind es nicht nur die Blutkörperchen, welche den Vernichtungskampf gegen die eingedrungenen Pilze aufnehmen, sondern es betheiligen sich an demselben auch Bindegewebszellen, wie die Fig. 8 zeigt, welche

eine solche darstellt. Auch sie nehmen die Sporen in sich auf und vernichten sie.

Ist es den vereinten Bemühungen der Phagocyten gelungen, die Pilzsporen zu überwältigen, so ist das Tier von der ihm drohenden Krankheit gerettet. Bleiben aber im Körper Sporen übrig, welche nunmehr Sprosse treiben und die Gewebe des Körpers angreifen, dann erkrankt das Tier und geht schliesslich zu grunde.

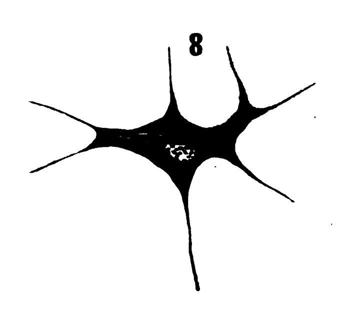


Fig. 8. Bindegewebszelle einer Daphnide. Vergr. 570fach. Nach Metschnikoff.

Die Befunde, welche Metschnikoff bei seinen Versuchen an Wirbeltieren erhielt, entsprechen ganz dem Vorhergehenden. Als er Gewebsstücke (etwa aus Lunge, Leber, Niere, Milz) eines vom Milzbrand befallenen Säugetiers (Meerschweinchen, Kaninchen, Maus) unter die Rückenhaut eines Frosches brachte, fand er in der Umgebung dieser Gewebsstücke bereits nach Verlauf eines halben Tages weisse Blutkörperchen, welche Milzbrandbakterien in sich aufgenommen hatten oder im Begriff waren, es zu thun. Die Milzbrandbakterien eignen sich infolge ihrer bedeutenden Grösse ganz besonders für derartige Versuche. In Fig. 9 ist die Aufnahme der Bakterien durch die Leucocyten des Frosches dargestellt. Der Vorgang entspricht ganz dem Aufnehmen einer Fadenalge durch eine Amöbe. Der Leucocyt frisst sich sozusagen über den Bacillus hinweg, bis letzterer ganz in ihn aufgenommen ist. Hier zerfällt der Bacillus in Stücke (Fig. 10), seine Konturen werden undeutlich, kurz er wird von der Fresszelle verdaut.

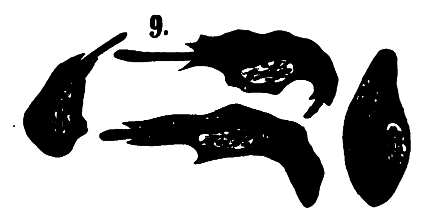


Fig. 9. Leucocyten vom Frosch Milzbrandbacillen aufnehmend. Vergr. etwa 800fach. Nach Metschnikoff.

Es darf hier nicht verschwiegen werden, dass man bei dem geschilderten Vorgang auch an ein actives Ein-

wandern der Bakterien in die Leucocyten gedacht und den Vorgang so erklärt hat, dass die letzteren durch die Bakterien inficiert und abgetödtet würden. Ein Absterben von Leucocyten infolge zu reichlicher Aufnahme von Bakterien mag wohl auch wirklich vorkommen, im übrigen sprechen aber die bei der Histolyse und den sonstigen Rückbildungserscheinungen im Tierreich gemachten Beobachtungen für die Metschnikoffsche Erklärung der Thatsachen.



Fig. 10. Leucocyt vom Frosch mit Teilen von Milzbrandbacillen. Nach Metschnikoff. Vergr. ca. 800fach.

Beim Rückfalltyphus finden sich bekanntlich in gewissem Stadium der Krankheit grosse Mengen von Spirillen im Blut der befallenen Individuen. Hier hatte man die Metschnikoffschen Angaben geprüft und gefunden, dass nicht eine der Spirillen von weissen Blutzellen gefressen oder auch nur umschlossen wurde (Baumgarten). Diesem wichtigen Einwand wusste Metschnikoff durch experimentelle Untersuchung jener Krankheit zu begegnen. Er impfte Affen (Macacus erythraeus) mit spirillenhaltigem Material, indem er dieses unter die Haut injicierte. Nach Verlauf von drei Tagen traten die Spirillen im Blute auf. Aus dem Umstand, dass die Spirillen beim Recurrens zu einer gewissen Zeit aus dem Blute verschwinden, schloss Metschnikoff, dass ihre Aufnahme durch die Blutkörperchen an einem anderen Orte des Körpers vor sich gehen müsse. Um diesen Ort nachzuweisen, tötete er den Affen ab, als die Spirillen aus dem Blute verschwanden. Bei Untersuchung der Milz fanden sich die Spirillen hier vor. Zum Teil lagen sie bereits in Leucocyten eingeschlossen, zum andern Teil befanden sie sich noch zwischen den zelligen Elementen verteilt. Es sammeln sich offenbar während der Krisis die Spirillen in der Milz an. Nicht im Blut, wo auch Metschnikoff nur freie Bakterien fand, sondern in der Milz geht ihre Aufnahme durch die Phagocyten vor sich. So gewinnt also die Milz in diesem Falle die Bedeutung eines therapeutischen Organs.

Auch bei der als Erysipelas bezeichneten akuten Hautentzündung, welche durch Eindringen eines Streptococcus in die Haut (von kleinen Wunden aus) veranlasst wird, wies Metschnikoff den Kampf der Phagocyten

gegen die Bakterien nach. Diese Krankheit ist dadurch charakterisiert, dass die Coccen sich in den Lymphgefässen weiter verbreiten und Gewebsdegenerationen sowie Entzündung veranlassen. Hier treten dann zweierlei Zellen auf, sog. Mikrophagen, welche die Coccen auffressen, und grössere, Makrophagen, die zwar ohnmächtig gegen die Erysipelcoccen sind, dagegen aber die abgeschwächten und abgestorbenen Gewebsteile verzehren und bei seite schaffen, woraus zu erklären ist, das beim Erysipel die Resorption der befallenen Teile so rasch erfolgt.

Die Metschnikoffsche Auffassung über die Infektion durch Bakterien fand in neuerer Zeit sowohl für Wirbeltiere wie für wirbellose schöne Bestätigungen. Von C. Hess wurde infolge der gegen die Phagocytenlehre erhobenen Einwände eine experimentelle Prüfung derselben vorgenommen. In höchst sinnreicher Weise brachte Hess einen kleinen Glasbehälter unter die Rückenhaut von Hunden, Enten und Tauben. Dieser Glasbehälter, dessen Innenraum durch einen feinen Spalt mit der Umgebung in Verbindung stand, war mit der Reinkultur irgend eines Bacillus gefüllt. Beim Herausnehmen des Glasbehälters zeigte sich, dass die infolge der Einführung des Fremdkörpers und der dadurch verursachten Entzündung an jener Stelle angesammelten Blutkörperchen in den Glasbehälter eingedrungen und in Kampf mit den Bakterien geraten waren. In den Blutkörperchen fand man die Bakterien, und die Anzahl der letzteren nahm um so rascher ab, je bedeutender der Zuzug von Leucocyten war.

Hess beobachtete auch die Umbildung der Bakterien im Innern der Blutkörperchen, d. h. eine intracelluläre Verdauung, und er fand bei den mit Milzbrandbacillen vorgenommenen Impfungen, dass in gesund gebliebenen oder wieder gesund gewordenen Tieren die Bakterien von den Leucocyten aufgenommen waren; dagegen wies er im Blute erkrankter Tiere die freien Bacillen nach. Wo die weissen Blutkörperchen aus irgend welchen Gründen, vielleicht infolge einer zu starken Infektion, d. h. einer zu zahlreichen Einwanderung von Bakterien, diese nicht alle aufzunehmen im Stande waren, da erkrankte das Tier, während es im gegenteiligen Falle gesund blieb, resp. von der Krankheit genas.

Untersuchungen über den Einfluss der Bakterien auf wirbellose Tiere nahm Balbiani an Insekten und Spinnen vor, die er mit Fäulnisbakterien impfte. Viele starben daran, andere erkrankten nur und gesundeten wieder.

Dabei erwies sich als Ursache der Widerstandsfähigkeit bei letzteren, dass ihre Blutkörperchen die Bakterien aufnahmen und intracelluläre verdauten. Es ergab sich, dass diejenigen Insekten rasch getötet werden, welche eine verhältnismässig geringe Menge von Blut besitzen, so die Fliegen, Schmetterlinge und Hautflügler; die blutreichen Insekten hingegen, die Heuschrecken und besonders die Grillen erweisen sich als sehr widerstandsfähig gegen die Infektion.

Die mitgeteilten Thatsachen sprechen für sich selbst, so dass wir am Schlusse kaum noch darauf hinzuweisen brauchen, von welch' grosser Wichtigkeit die Phagocytenlehre für Pathologie und Therapie ist und noch mehr zu werden verspricht. Eine ausserordentlich grosse Anzahl von Krankheiten des Menschen und der Tiere ist ja im Lauf der letzten Jahre auf die Infektion durch Bakterien zurückgeführt worden. Für ihre Behandlung und Verhinderung dürften sich bei fortschreitender Entwicklung der Phagocytenlehre noch viele wichtige Resultate ergeben. Allerdings darf auch nicht verschwiegen werden, dass diese Lehre mehrfach angezweifelt wurde. So vertritt Flügge die Ansicht, dass die Leucocyten zwar Bakterien in sich aufnehmen, aber keine lebensfähigen, sondern nur solche, die schon durch die Wirkung der Körpersäfte bzw. des Blutes getötet oder doch in ihrer Lebenskraft geschwächt waren. Inwieweit diese Ansicht oder die von Metschnikoff vertretene zu Recht besteht, müssen weitere Untersuchungen zeigen. Noch ist die Lehre zu jung, um ein endgiltiges Urteil über ihre Tragweite zu ermöglichen. Zweifellos aber geht schon jetzt aus ihr hervor, eine wie grosse Bedeutung die Wanderzellen für den tierischen Körper besitzen.

Litteratur.

1. *M. Balbiani:* Etudes bactériologiques chez les Arthropodes. Comptes rendus 1886. 2. *D. Barfurth;* Die Rückbildung des Froschlarvenschwanzes und die sogenannten Sarcoplasten. Arch. f. mikrosk. Anatomie 29 Bd. 1887. 3. *Baumgarten:* a) Pathologische Myko-

logie 1886; b) Zeitschr. für klinische Medizin 1885; c) Berliner klinische Wochenschrift 1884 u. 86. 4. *Christmas-Dirckingk-Holmfeld:* Fortschritte der Medizin 1887. 5. *Flügge*: Studien über die Abschwächung virulenter Bakterien und die erworbene Immunität. Zeitschrift für Hygiene Band IV, 1888. 6. *C. Hess:* a) Untersuchungen zur Phagocytenlehre. Virchows Archiv f. path. Anat. etc. Bd. 109, 1887. b) Weitere Untersuchungen ebenda Bd. 110. 7. *A. Kowalevsky:* Beiträge zur Kenntnis der nachembryonalen Entwicklung der Musciden. Zeischr. f. wiss. Zoologie Bd. 45, 1887. 8. *Metschnikoff:* a) Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei Wirbeltieren. Arbeiten aus dem zool. Institut der Univ. Wien Bd. V, 1884. b) Untersuchungen über die mesodermalen Phagocyten einiger Wirbeltiere. Biologisches Centralblatt Bd. III, 1883—84. b) Ueber eine Sprosspilzkrankheit der Daphnien. Beitrag zur Lehre über den Kampf der Phagocyten gegen Krankheitserreger. Virchows Archiv für pathol. Anatomie, Phys. u. klin. Medizin Bd. 96, 1884. d) Ueber die Beziehungen der Phagocyten zu Milzbrandbacillen; ebenda Bd. 97, 1884. e) Ueber den Kampf der Zellen gegen die Erysipelcoccen; ebenda Bd. 107, 1886. f) Ueber den Phagocytenkampf beim Rückfalltyphus; ebenda Bd. 109, 1887. 9. *I. van Ress:* Beiträge zur Kenntnis der inneren Metamorphose von Musca romitoria. Zool. Jahrbücher Bd. III, 1888.



Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Redaktion: Dr. H. Potonié.

Verlag: Hermann Riemann, Berlin NW.

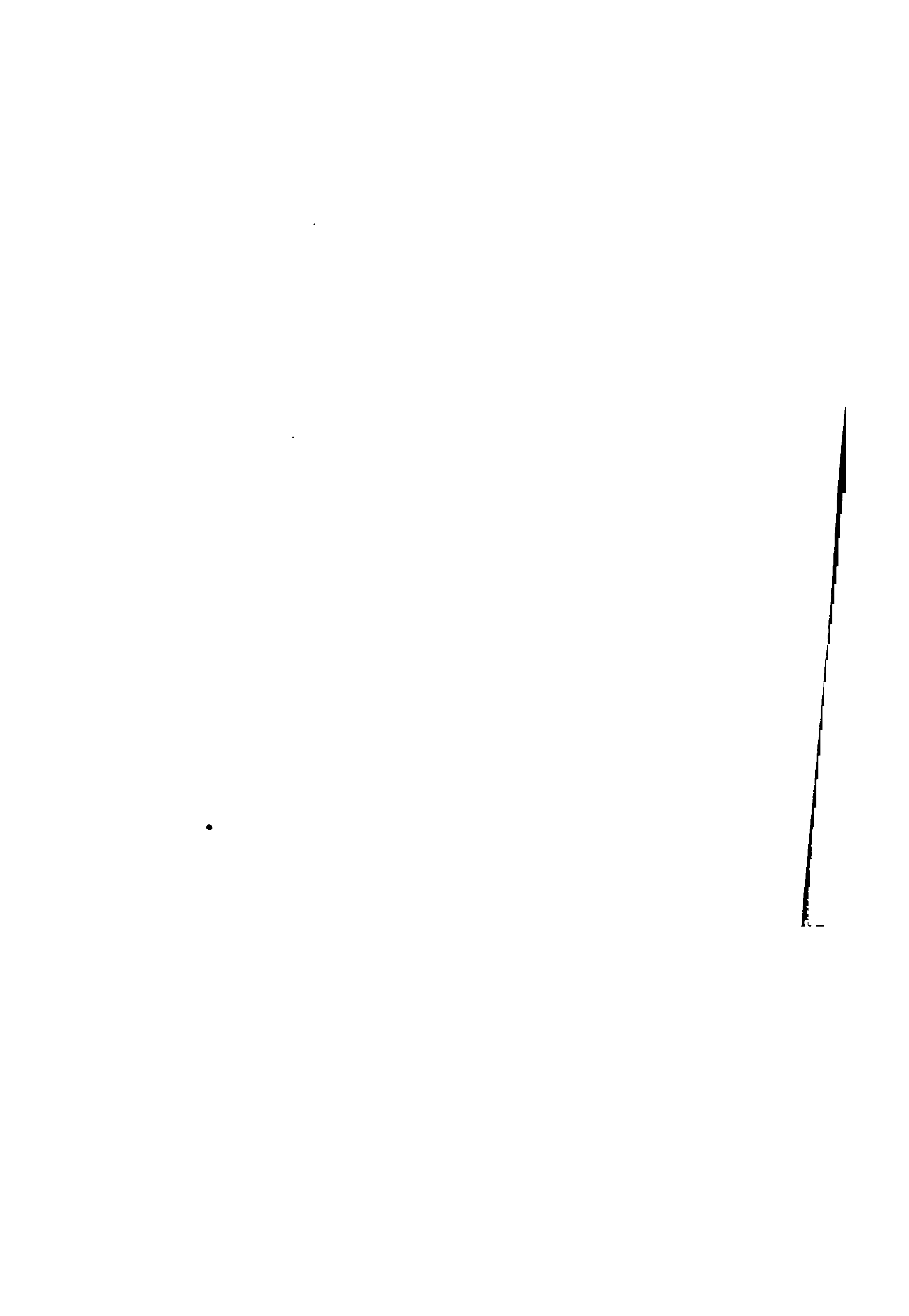
Die illustrierte **„Naturwissenschaftliche Wochenschrift"** bringt allgemein-interessante Aufsätze und orientiert über die Fortschritte aus dem Gesamtgebiet der Naturwissenschaft und ihrer praktischen Anwendung, sowie über die gesamte Litteratur und das wissenschaftliche Leben. Auch dem sich für Naturwissenschaft interessierenden Laien ist die **„Naturwissenschaftliche Wochenschrift"** durch **allgemein-verständliche Sprache** ein wertvolles Organ.

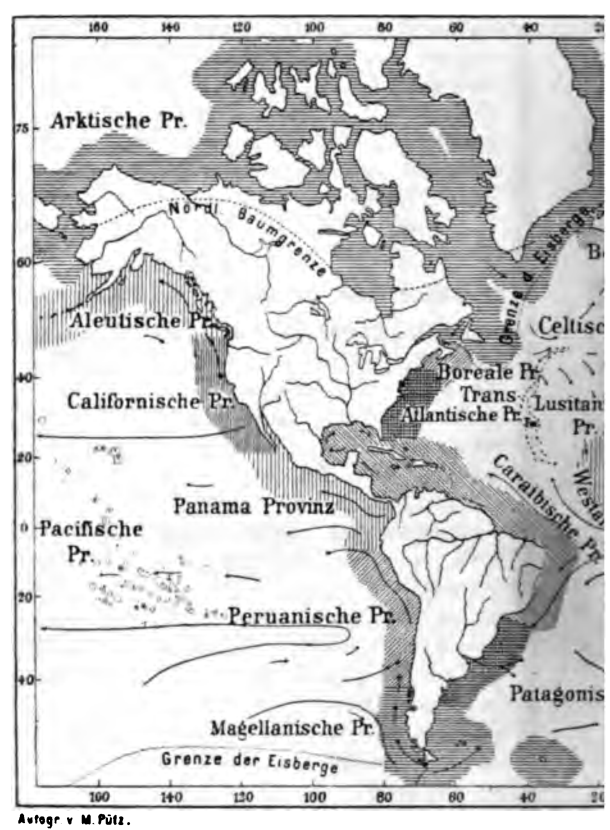
Preis vierteljährlich 3 Mk.

Man abonniert bei allen Postämtern und allen Buchhandlungen.

Mitarbeiter unter vielen anderen: Prof. Dr. **Albrecht,** Sektionschef im Kgl. geodätischen Institut zu Berlin. Prof. Dr. **Ascherson,** Professor an der Universität zu Berlin. Dr. **Th. Bach,** Direktor des Falk-Realgymnasiums zu Berlin. Prof. Dr. **G. Berendt,** Kgl. Preuss. Landesgeol. in Berlin. Ober-Bergrat Prof. Dr. **Credner,** Direktor der Kgl. sächs. geolog. Landesuntersuch. in Leipzig. Prof. Dr. **Frank,** Prof. d. Botanik an der Kgl. landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin. Geh. Regierungs-Rat Prof. Dr. **Galle,** Direktor der Sternwarte in Breslau. Prof. Dr. **A. Gerstäcker,** Professor der Zoologie an der Universität Greifswald. Prof. Dr. **L. Kny,** Professor der Botanik an der Universität und an der landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin. Prof. Dr. **E. v. Martens,** Professor der Zoologie an der Universität Berlin und 2. Direktor am Kgl. zoolog. Museum. Prof. Dr. **K. Möbius,** Direktor der zoolog. Sammlungen des Museums für Naturkunde in Berlin. Prof. Dr. **A. Nehring,** Professor der Zoologie an der Kgl. landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin. Prof. Dr. **A. Orth,** Professor an der Universität und an der landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin. Dr. **L. Schmitz,** Kreisphysikus in Malmedy. Prof. Dr. **H. Schubert** vom Johanneum in Hamburg. Prof. Dr. **J. Urban,** Direktor des Kgl. botanischen Gartens zu Berlin. Prof. Dr. **L. Wittmack,** Professor der Botanik an der Universität und Rektor der landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin, usw. usw.

GEBR. KIESAU, BERLIN SW., KOCHSTR. 73.





Taf. 1. Die Meeresprovinzen der



her, Manuel de Conchyliologie).



9

Ueber die Meeresprovinzen der Vorzeit

von

Dr. F. Frech.

Privatdozent an der Universität zu Halle a. S.

Mit Abbildungen und Karten.

Separat-Abdruck aus der

„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“

Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1889.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Einleitung.

Wie die politische Geschichte der geographischen Orientierung bedarf, so tritt auch die Geschichte der Erde in mannigfache und vielfältige Beziehungen zu der Geographie. Die geographische Geologie entspricht der Geschichte der einzelnen Länder und behandelt die geologische Entwicklung abgegrenzter Erdräume. Dagegen ist der historischen Geographie die geologische Geographie oder Palaeogeographie homolog. Dieselbe hat die Darstellung des Zustandes der Erdoberfläche in den verschiedenen geologischen Epochen zum Ziel und behandelt somit die Veränderungen in der Ausbreitung von Festland und Meer, die Verteilung der organischen Welt im Wasser und auf dem Lande, das Entstehen und Vergehen der Gebirge sowie den mannigfachen Wechsel, welchem die klimatischen Verhältnisse unterliegen.

Die Palaeogeographie ist ein noch junger Zweig der geologischen Wissenschaften, dessen Entwicklung nur auf Grund zahlreicher geognostischer Arbeiten möglich war. Naturgemäss musste zunächst die chronologische Aufeinanderfolge der Schichten und Faunen an möglichst vielen Orten studiert werden, ehe man die geographischen Veränderungen in jedem Abschnitte der Erdgeschichte vergleichend untersuchen konnte. Jedoch ist das chronologische Moment in der stratigraphischen Geologie in überwiegender, man könnte sagen einseitiger Weise berücksichtigt worden, obwohl aus neuerer Zeit auch glänzende Ausnahmen zu nennen sind. Zuerst hat F. Roemer auf geographisch-klimatische Unterschiede in der Kreideformation hingewiesen; neuerdings haben Mojsisovics und Neumayr die ganze Oberflächengestalt

der Erde für bestimmte Perioden zu rekonstruieren gesucht.*) Zumeist hat man allerdings die stratigraphische Gliederung und die Vergleichung der Schichten nicht nur für die Grundlage, sondern für das Endziel der historischen Geologie gehalten, während doch die geographischen Gesichtspunkte den chronologischen an wissenschaftlicher Bedeutung und allgemeinem Interesse jedenfalls gleichstehen.

Allerdings lässt sich nicht verkennen, dass die Probleme der Palaeogeographie nicht durchweg auf streng systematischem Wege zu lösen sind; eine gewisse Freiheit in der Kombination ist hie und da, wie es scheint, erforderlich und bereits in mehr als hinreichender Weise zur Anwendung gekommen. Die Untersuchung der alten Meeresprovinzen und ihrer Faunen beruht jedoch fast durchweg auf einer sicheren palaeontologischen Methode.

Das Studium der Meeresprovinzen der Vorzeit ist von besonderer Wichtigkeit, weil mit der Frage der geographischen Differenzierung der Meeresfauna Erörterungen über die Grenzen von Festland und Meer, sowie über die allmäligen Veränderungen der alten Kontinente eng verknüpft sind.

Die Abweichungen gleichalter Schichten beruhen zum guten Teil auf der Verschiedenheit der physikalischen Verhältnisse innerhalb desselben Bildungsraumes. Die an der Küste und in der offenen See gebildeten Ablagerungen umschliessen — oft in geringer Entfernung voneinander — durchaus verschiedene organische Reste und nach der Beschaffenheit des Sediments, ob sandig, thonig oder kalkig bilden sich weitere Differenzierungen heraus. Nur wo innerhalb von gleichartig gebildeten, derselben Periode angehörenden Schichten (z. B. in einer Kalkbildung mit Riffkorallen) verschiedene Tierreste gefunden werden, sind geographische Unterschiede anzunehmen.

*) Die Bezeichnungen der verschiedenen Perioden in die man auf Grund der Veränderungen der Lebewesen und der Verschiebung von Land und Meer die Geschichte der Erde eingeteilt hat, sind von den ältesten anfangend: I. Archaeische Aera. II. Palaeozoische Aera: Cambrische, Silurische, Devonische, Carbonische, Permische Periode. III. Mesozoische Aera: Trias, Jura, Kreide. IV. Kaenozoische Aera: Tertiäre und Quartäre Periode, welch letztere die heutige Schöpfung als letzte Phase mit einschliesst. Aus der der Palaeozoischen vorangegangenen Archaeischen Zeit sind sichere Tier- oder Pflanzenreste noch nicht bekannt geworden.

I.

Meeresprovinzen der Jetztzeit.

Eine Besprechung der Grundsätze, nach denen die Abgrenzung von zoologischen Provinzen in den heutigen Meeren zu erfolgen hat, bildet die Grundlage der Untersuchung über die vorweltlichen Meeresregionen. Es ist zuerst festzustellen, welche Tierklassen zur Charakterisierung der Meeresprovinzen verwendbar sind und wie weit das Klima die Verbreitung derselben beeinflusst. Ferner muss untersucht werden, welcher Art die Grenzen sein können, die die verschiedenen Provinzen voneinander scheiden.

Bei der Unterscheidung zoologischer Meeresprovinzen kommt diejenige Fauna, welche die grössten Tiefen der Oceane bevölkert, nicht in Betracht. Dieselbe besitzt nach den übereinstimmenden Ergebnissen der neueren Schleppnetzuntersuchungen unter allen Breitegraden eine bemerkenswerte Einförmigkeit. So enthält die Tiefseefauna in Westindien, im Golfe von Biscaya und an der norwegischen Küste zum grossen Teile übereinstimmende Arten. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der Gleichförmigkeit der physikalischen Bedingungen, vor allem in dem vollständigen Fehlen des Lichtes und der gleichmässig niedrigen, um den Nullpunkt schwankenden Temperatur der abyssischen Regionen. Auch das Fehlen der Pflanzenwelt in den Tiefen der Oceane übt selbstverständlich einigen Einfluss auf die monotone Gestaltung des tierischen Lebens.

In ähnlicher Weise besitzen die Bewohner der hohen See — dank ihrer hervorragenden Schwimmfähigkeit — meist eine universelle Verbreitung. Allerdings weisen zwei, auf weite Strecken hin getrennte Weltmeere, wie der atlantische und stille Ocean auch in dieser Hinsicht gewisse Verschiedenheiten auf und ähnliche Abweichungen durchgehender Art finden sich in den Hochsee-Ablagerungen der Vorwelt. Bei den Bewohnern des hohen Meeres tritt ferner — im Gegensatz zu der Tiefseefauna — der Einfluss des Klimas deutlich hervor. Man braucht nur daran zu denken, dass Meerschildkröten und -Schlangen der heissen bezw. der warmen gemässigten Zone angehören, während die Mehrzahl der walfischartigen Geschöpfe auf die arktischen Gewässer beschränkt ist.

Dass riffbildende Korallen nur bei einer Miminalwärme von 20° C. gedeihen, ist bekannt. Dementsprechend hat z. B. Neumayr aus dem vollständigen Fehlen derselben in den russischen Jura-Ablagerungen auf ein kälteres, in diesen Meeresteilen herrschendes Klima geschlossen.

Für die Begrenzung von Meeresprovinzen sind vor allem die in den Küstengewässern gebildeten Ablagerungen von Bedeutung. Hinter der grossen Mannigfaltigkeit der geographischen Differenzierung tritt hier der unmittelbare Einfluss des Klimas etwas zurück.

Bei der Abgrenzung zoologischer Provinzen kommen in erster Linie diejenigen Tierklassen in Betracht, welche allgemeine Verbreitung und eine individuell beschränkte Bewegungsfähigkeit besitzen. Als ganz unbeweglich können nur verhältnissmässig wenige Meerestiere angesehen werden, da auch die zahlreichen Geschöpfe, welche an ihre Unterlage festgeheftet sind, wie Korallen, Cirripeden und Austern im embryonalen Stadium freie Bewegungsfähigkeit besitzen. Die beiden erwähnten Anforderungen werden in den jetzigen Meeren, am vollständigsten von den Schnecken, Zweischalern und Seeigeln erfüllt. Um einen äusseren Anhalt für die Abgrenzung zu haben, pflegt man als Erfordernis hinzustellen, dass jeder Provinz die Hälfte der vorkommenden Arten eigentümlich sein soll.



Fig. 1. Trilobit (Paradoxides) aus den ältesten versteinerungsführenden Schichten (Cambrium) in Böhmen. — (Aus Neumayr, Erdgeschichte. — Verlag des Bibliograph. Inst. in Leipzig).

Entsprechend der ungleichen Entwicklung der einzelnen Ordnungen in den früheren Epochen der Erde müssen verschiedenartige Tiergruppen für die Einteilung der alten Meere herangezogen werden. Im Anfang der palaeozoischen Aera sind die Trilobiten (Fig. 1)*), gegen Mitte und Schluss derselben vor allem die Ammonitiden (Fig. 2) von

*) Eigentümliche krebsartige, gänzlich ausgestorbene Geschöpfe, zunächst mit dem noch lebenden Molukkenkrebs (Limulus) verwandt.

Bedeutung. Daneben erlangen die überaus häufigen Brachiopoden und stellenweise die Korallen geographische Wichtigkeit.

In den mesozoischen Formationen kommen wiederum in erster Linie die Ammonitiden für die zeitliche wie für die räumliche Gliederung in Betracht. Die kaenozoische Aera entspricht in dieser wie in anderen Beziehungen der Jetztwelt.

Auch für die Erörterung der Frage, welche Grenzen die zoologischen Meeresprovinzen voneinander trennen,



Fig. 2. Ammonit (Amaltheus) aus dem Lias (unterer Jura) Schwabens. — (Aus Neumayr's Erdgeschichte).

bilden die Verhältnisse der heutigen Meere den Ausgangspunkt. Vergl. zu folgendem Taf. 1.

Naturgemäss sondert vor allem das feste Land die verschiedenen Meeresfaunen voneinander und die Abweichungen sind um so grösser, je längere Zeit die Trennung gewährt hat. Besonders auffällig treten diese Verschiedenheiten dann hervor, wenn die physikalischen, insbesondere die Wärmeverhältnisse der getrennten Meeresbecken gleich und die Landschranken von geringer Breite sind. Charakteristische Beispiele dieser Art bilden die

Landengen von Suez und Panama. Von der, 500 Arten umfassenden Moluskenfauna des rothen Meeres finden sich, wie neuere Forschungen gezeigt haben, nur wenige kosmopolitische Arten im Mittelmeer wieder und die Verschiedenheit ist so ausgeprägt, dass auch nach Eröffnung des Suezkanals kaum diese oder jene Art aus dem einen in das andere Meer hinübergewandert ist.

Mit diesen biologischen Beobachtungen stimmen die Ergebnisse der geologischen Forschung überein; nach derselben hat die Trennung der erythraeischen und mediterranen Fauna schon vor — geologisch gesprochen — langer Zeit stattgefunden und gelegentliche kurzwährende Verbindungen haben keine wesentlichen Aenderungen hervorzubringen vermocht. Allerdings finden sich in alten Strandterrassen bei Suez eine Anzahl mediterraner Conchylien, aber dieselben besitzen keine weitere Verbreitung nach Süden und ihre Nachkommen im roten Meere haben sich jetzt bereits von den mediterranen Formen differenziert.

Abgesehen von zusammenhängenden Landmassen können auch Inselreihen die Grenze benachbarter zoologischer Provinzen bilden, besonders dort, wo sie die Fortsetzung von Halbinseln darstellen und richtunggebend auf die Meeresströmungen wirken. So trennt Kamtschatka mit der im Süden anschliessenden Inselkette der Kurilen die arktische Provinz von der des ochotskischen Meeres.

Man kann annehmen, dass in den Ostalpen zur Triaszeit ähnliche Verhältnisse bestanden haben. Auch hier kommen die Ablagerungen zweier Meeresprovinzen, der mediterranen und der juravischen einander überaus nahe. Die Grenze wurde vielleicht durch eine zusammenhängende Reihe von Korallenriffen gebildet, deren Ueberreste auch jetzt noch die Kette der nördlichen Kalkalpen zwischen Berchtesgaden und Salzburg quer durchsetzen.

Allerdings muss andrerseits betont werden, dass bei günstiger Richtung der Meeresströmungen Inselreihen auch die Brücke für die Verbreitung von Küstenfaunen bilden können.

An einer sonst einförmig gestalteten Küste stellen vorspringende Caps zuweilen die Grenze für die Verbreitung der litoralen Organismen dar. So kommt nur etwa ein Drittel der südlich vom Cap Cod (Massachussets)

lebenden Mollusken auch im Norden desselben vor, so dass Woodward dies Vorgebirge als Grenze zweier Provinzen auffasst.

Weiter trennt der Ocean mit seiner ungeheuren Tiefe die Faunen der gegenüberliegenden Küstengebiete oft in vollkommenster Weise. An den Gestaden von West-Afrika und Brasilien, von Ostasien und dem westlichen Amerika leben unter gleichen Breitegraden, beziehungsweise an Orten gleicher mittlerer Jahrestemperatur wesentlich verschiedene Organismen.

Endlich bilden im freien Ocean häufig die Strömungen die Grenzen verschiedener Tiergesellschaften. Bekannt ist der „cold wall" die Grenzlinie des kalten Polarwassers gegen den wärmeren Golfstrom in der Gegend der Far Oer. Dieselbe äquatoriale Strömung erklärt die faunistische Verschiedenheit der Nord- und Südküste von Island und bewirkt andrerseits, dass die norwegischen Meere wiederum zu demselben Faunengebiet gehört, wie die südlichen Gestade der genannten polaren Insel.

Häufig fehlen bestimmte Grenzlinien zwischen benachbarten Provinzen vollständig. Die einen Arten verschwinden, andere treten an ihre Stelle und so ändert sich auf einer längeren oder kürzeren Küstenstrecke der faunistische Charakter derart, dass man zwar zwei in einiger Entfernung voneinander liegende Punkte mit voller Sicherheit der einen oder der anderen Provinz zurechnen, aber die Grenzlinie zwischen beiden nur willkürlich ziehen kann. Derartige Verhältnisse sind besonders an einförmigen, von Nord nach Süd verlaufenden Küsten zu beobachten, so an dem Westgestade Amerikas.

Bei dem Studium der alten Meeresprovinzen werden diese Uebergangsräume, die die zoogeographische Einteilung der jetzigen Meere wesentlich erschweren, nur selten in Frage kommen. Meist hat der Geologe zerstreute, weit voneinander entfernte Aufschlusspunkte der in einer bestimmten Erdepoche gebildeten Schichten zu vergleichen. Nur selten ist es möglich, innerhalb derselben Formation die allmäligen Veränderungen der Tierwelt über weite Strecken zu verfolgen.

Aus den angeführten Thatsachen ergiebt sich, dass aus dem Vorkommen von geographisch verschiedenen Ablagerungen in geringer Entfernung voneinander noch keineswegs auf das Vorhandensein alter Landmassen geschlossen werden darf. Die Existenz der letzteren kann

nur dann als erwiesen angesehen werden, wenn die häufig durch Wellenfurchen gekennzeichneten Küstenbildungen, oder die Zerstörungsprodukte der Festländer sowie Landorganismen in grösserer Zahl gefunden werden.

Die zoogeographische Eintheilung der heutigen Meere (Fig. 3) ist durch die Untersuchungen von Woodward und Alexander Agassiz in den Grundzügen abgeschlossen, obwohl im einzelnen noch manche Veränderungen zu erwarten sind. Die genannten Forscher unterscheiden vier Reiche, die weiter in im ganzen 18 Provinzen eingeteilt werden. Das atlantisch-circumpolare Reich umfasst die Küsten von Europa, das Mittelmeer, die polaren Gestade von Nordasien und Nordamerika sowie Japan. Das amerikanische Reich greift über die Küsten des amerikanischen Kontinents hinüber nach Kamtschatka und den Kurilen. Das indo-pazifische und australische Reich decken sich im ganzen mit den Küsten der genannten Länder.

Die Natürlichkeit und Berechtigung der skizzierten Einteilung wird dadurch erwiesen, dass die Ansichten von Woodward, welcher die Mollusken untersucht hat, in wesentlichen Punkten mit denen von Agassiz übereinstimmen, welch letzterer von dem Studium der Seeigel ausging.

II.

Die Methode der Abgrenzung vorweltlicher Meeresprovinzen.

Die Methode der Abgrenzung für die zoologischen Meeresprovinzen der Vorzeiten ist von der die heutigen Meere betreffenden insofern verschieden, als neben der Untersuchung der Tierwelt die feinere Zonengliederung der Schichten als wesentliches Moment mit in Frage kommt.

Auf geographische Verschiedenheiten kann von vornherein nur dann geschlossen werden, wenn die zu vergleichenden Ablagerungen unter denselben physikalischen Bedingungen gebildet worden sind, aber trotzdem verschiedene Organismen enthalten. Wenn z. B. die gleichalten und gleichartig gebildeten triadischen Ammonitenkalke der Tyroler und Salzburger Alpen abweichende Arten und Gattungen führen, so bleibt nur der Schluss

auf das Vorhandensein getrennter Meeresräume zur Triaszeit übrig. Zu berücksichtigen ist dabei der Umstand, dass derartige geographische Unterschiede oft viel weniger augenfällig sind, als die durch abweichende physikalische Verhältnisse bedingten. Die Verschiedenheit eines Ammonitenmergels und eines Korallenkalks springt unmittelbar in die Augen, während sich die faunistischen Differenzen zweier Cephalopodenmergel erst bei eingehenderen palaeontologischen Untersuchungen enthüllen.

Allerdings lässt die Lückenhaftigkeit der geologischen Urkunde den Wert negativer Merkmale in zweifelhaftem Lichte erscheinen. Ein einziger glücklicher Fund an altbekannter Stelle oder die Auffindung eines neuen Vorkommens vermag oft ein ganzes Gebäude von Spekulationen umzustürzen. Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit derartiger Veränderungen in wohldurchforschten Gegenden gering und ferner bleibt der Umstand zu berücksichtigen, dass bei geographischen Vergleichungen weniger die seltenen Arten als die häufigen und überall verbreiteten Gruppen in Frage kommen.

Als ein überaus wichtiges Moment bei geographischen Unterscheidungen ist die chronologische Gliederung der Schichten anzusehen. Es leuchtet von selbst ein, dass, wenn gleichalte, unter ähnlichen Faciesverhältnissen gebildete Schichtengruppen in abweichender Weise gegliedert werden müssen, dass dann geographische Verschiedenheiten vorliegen. Denn in zusammenhängenden Meeresbecken vollzieht sich die allmälige Umänderung der Tierwelt, welche die Handhabe zu den stratigraphischen Unterscheidungen bietet, oft auf weite Strecken hin in überraschend gleichartiger Weise. So hat man die, in ihrer Mächtigkeit oft recht unbedeutenden Zonen des europäischen Jura fast unverändert in Ostindien und zum Theil in Südamerika nachweisen können. Andrerseits ist die pelagische alpine Trias so verschieden von den gleichalten, in einem Binnenmeer abgelagerten deutschen Schichten, dass kaum die Grenzen der wichtigsten Hauptabschnitte wiederzuerkennen sind.

Bei rein marinen Schichten sind die geographischen Unterschiede weniger auffällig und meist auf die minder wichtigen stratigraphischen Abteilungen beschränkt. Die Abgrenzung des Mitteldevon nach oben und unten ist z. B. in Europa überall in derselben Weise ausgeprägt, aber die weitere Gliederung erscheint in den einzelnen

Ländern derart verschieden, dass man das Vorhandensein von drei geographischen Provinzen annehmen kann, die wiederum den gleichalten amerikanischen Schichten gegenüber eine Einheit höheren Grades, ein Reich, bilden und ähnlich dem Devon der Südhemisphäre gegenüber stehen.

Bei der vergleichenden Untersuchung der Erdschichten nach geographischen Gesichtspunkten wird man negative Merkmale nur mit Vorsicht benutzen können. Das Fehlen bestimmter Zonen ist in geographischer Hinsicht oft insofern von hervorragender Bedeutung, als daraus unter Umständen ein Rückzug und ein erneutes Vordringen des Meeres gefolgert werden kann. Jedoch erweist sich dies Fehlen oft als scheinbar, wenn z. B. die betreffenden Schichten wegen Mangels an Versteinerungen nicht unterscheidbar sind oder wegen der Spärlichkeit des Sediments eine so geringe Mächtigkeit besitzen, dass sie leicht übersehen werden können. Zuweilen werden auch die bereits abgelagerten Schichten nach kurzer Zeit durch die Meereswogen wieder fortgeführt.

Zur sicheren Feststellung geographischer Unterschiede ist nach dem Vorangegangenen das Zusammentreffen stratigraphischer und faunistischer Abweichungen notwendig.

III.

Die Meeresprovinzen der palaeozoischen Aera.

Eine vollständige Darstellung der Veränderungen welche die Regionen des Meeres während der gesamten Geschichte der Erde erfahren haben, würde selbst auszugsweise zu weit führen. Auch sind für den grösseren Teil der mesozoischen Formationen derartige Zusammenstellungen bereits vorhanden, auf deren abgekürzte Wiedergabe ich mich hier beschränken müsste. Die beigefügte Übersichtskarte (Taf. 2) der Verteilung von Festland und Meer zur Juraperiode lässt erkennen, zu welchen Ergebnissen man hier bereits gelangt ist. Während der älteren Hauptabschnitte der Erdgeschichte ist die Mannigfaltigkeit der gleichzeitig abgelagerten Schichten so gross, dass eine kurze Darstellung kaum möglich sein dürfte. Als Beispiel möge (ebenfalls nach Neumayr) in Taf. 3 die Karte des Mittelmeers zur älteren Pliocaenzeit beigefügt werden.

Dagegen liegen über die Gestaltung der Meeresprovinzen in der palaeozoischen Zeit nur wenige Andeutungen vor und andrerseits hat die geographische Differenzirung noch keinen zu hohen Grad erreicht, um die Schilderung innerhalb eines engeren Rahmens unthunlich erscheinen zu lassen. Allerdings können auch die palaeozoischen Epochen nur ungleich berücksichtigt werden.

Die cambrische Erdperiode, aus der die ersten unzweifelhaften Spuren von Lebewesen bekannt sind, zeigt überall, in Skandinavien, England, China und zum Teil auch in Amerika, eine bemerkenswerte Gleichartigkeit der Entwicklung; man trifft dieselben Gattungen, zum Teil sogar dieselben Arten von Trilobiten, Brachiopoden, Zweischalern und Archaeocyathinen, einer eigentümlichen ausgestorbenen Gruppe der korallenartigen Wesen. Wie jedoch die hohe Differenzirung der vorliegenden organischen Reste den Gedanken nicht aufkommen lässt, dass man es mit den wirklichen Uranfängen der Tierwelt zu thun habe, so befindet sich auch die Oberflächengestaltung der Erde in einem Stadium vorgeschrittener Entwicklung. Das Vorhandensein ausgedehnter cambrischer oder vorcambrischer Festländer lässt sich mit Sicherheit aus der bedeutenden Mächtigkeit ihrer Zerstörungsprodukte folgern*): Sandsteine, Grauwacken und Konglomerate bilden weitaus den grössten Teil der cambrischen Schichten. Thonschiefer und Grauwacken sind zwar in palaeontologischer Beziehung bei weitem wichtiger, treten aber ihrer horizontalen und vertikalen Ausdehnung nach durchaus zurück.

Die ausserordentliche Menge des klastischen Materials, aus dem die genannten Schichten bestehen, kann nur dadurch erklärt werden, dass das vordringende Meer ältere aus Gneiss und Granit bestehende Festländer überflutete und abschliff. Unter den wiederabgelagerten Zerstörungsprodukten wog naturgemäss der widerstandsfähige Quarz vor, während die Thonschiefer aus dem weniger veränderten Material der Urgesteine hervorgegangen sind.

Ueber die Ausdehnung und die Grenzen der Kontinente, welche vor und während der cambrischen Zeit bestanden haben, fehlt allerdings jede Andeutung. Nur soviel lässt sich mit ziemlicher Bestimmtheit sagen, dass

*) Neumayr hat zuerst auf diese Thatsache hingewiesen.

die Mitte Deutschlands von einer Landmasse bedeckt war, welche die cambrischen Ablagerungen in Böhmen und im Fichtelgebirge gegen diejenigen Englands und Skandinaviens abschloss. Das böhmische Cambrium zeigt in Bezug auf die Fauna und die Gliederung einen durchaus eigentümlichen Charakter.

So kommen von 27 böhmischen Trilobitenarten in Schweden nur 4, daneben aber 66 eigentümliche Formen vor; ausserdem besitzt jedes Gebiet für sich eine Anzahl eigenartiger Gattungen. Im Ganzen ist die Verwandtschaft der skandinavischen Fauna mit der in England und Nordamerika vorkommenden viel näher als mit der böhmischen.

Ferner fehlen in Böhmen eine grössere Anzahl von Unterabteilungen der cambrischen Schichtenreihe, die man aus Skandinavien und England kennt. Die ältesten Ablagerungen (Caerfai, Eophytonsandstein, Przibramer Grauwacke) enthalten nur undeutliche Spuren von Medusen, Würmern und Brachiopoden und dürften in den drei genannten Ländern übereinstimmen.

Während man aber in den darüber lagernden Paradoxidesschichten*) von Schonen und Oeland 7, durch verschiedene Arten gekennzeichnete Schichtgruppen unterscheiden kann, ist in Böhmen nur ein einziger Horizont vorhanden, der wiederum keiner der skandinavischen Zonen entspricht.

Die obere, durch das Vorwiegen der Trilobitengattung Olenus gekennzeichnete und ebenfalls in zahlreiche Schichtgruppen gegliederte Abteilung des schwedischen Cambrium fehlt in Böhmen vollständig. Das Fehlen ist nicht durch eine Trockenlegung des Meeresbodens und ein erneutes Vordringen des Meeres zu erklären, denn die cambrischen und die darauf folgenden jüngeren Schichten liegen ohne jegliche Störung übereinander.

Man wird sich vielmehr vorzustellen haben, dass in das ringsum abgeschlossene böhmische Becken im Verlauf der cambrischen Periode zweimal Einwanderungen stattgefunden haben, einmal im Beginn und dann im ersten Abschnitte der durch das Vorwalten von Paradoxides gekennzeichneten zweiten Periode. (Zone des Paradoxides Tessini). In keinem Falle scheint eine weitere Entwicklung und Differenzirung der eingewanderten Fauna erfolgt zu sein.

---

*) Nach einer Trilobitengattung so genannt, die ihren Namen von dem „paradoxen“ Aussehen empfing. (Vergl. Figur 1.)

Nach den bisherigen Erfahrungen bestand zur cambrischen Zeit ein Weltmeer, in dem vielleicht das heutige Nordamerika eine etwas gesonderte Stellung einnahm; Böhmen mit dem angrenzenden Fichtelgebirge stellt ein allseitig begrenztes Meeresbecken dar, zu dem möglicherweise noch die gleichzeitigen Ablagerungen von Südfrankreich, Sardinien und Spanien gehörten. Doch ist die cambrische Fauna der genannten Mittelmeerländer noch zu unvollständig bekannt.

Die provinzielle Gliederung der in der silurischen Epoche gebildeten Schichten hat im Vergleich zu der cambrischen kaum irgend welche Fortschritte gemacht. Die durch mehrfache Einwanderungen unterbrochene Abschliessung des böhmischen Beckens dauert im wesentlichen fort, während die übrigen, hierher gehörigen Schichten in Nordeuropa, Nordasien und Nordamerika eine gradezu überraschende Gleichförmigkeit in geographischer Hinsicht zeigen. Dagegen weisen die silurischen Ablagerungen infolge der wechselnden physikalischen Bedingungen überaus mannigfache Verschiedenheiten auf. Zwar konnte man bereits im Cambrium eine Flachseefacies der Konglomerate und Sandsteine, sowie eine Tiefseebildung mit blinden Trilobiten unterscheiden, aber im Silur erscheint jede dieser Hauptfacies wiederum unter verschiedenartigen Formen. In der Strandregion ist besonders die Bildung ausgedehnter, wenn auch wenig mächtiger Korallenriffe bemerkenswert, unter den im offenen Meere abgelagerten Schichten hat man Kalksteine mit Cephalopoden, besonders Orthoceren, sowie Schiefer mit den eigentümlichen, den Sertularien verwandten Graptolithen zu unterscheiden.

Die Bildung mannigfacher Faciesablagerungen in den silurischen Meeren erklärt die Entstehung weiterer provinzieller Verschiedenheiten in den devonischen Oceanen. Wenn sich — beispielsweise in zwei getrennten Küstengebieten — unter abweichenden physikalischen Bedingungen aus einer ursprünglich gleichartigen Fauna verschiedene Tiergesellschaften herausbilden, so werden dieselben auch dann verschieden bleiben, wenn etwa an den beiden Küsten die gleichen physikalischen Bedingungen wieder hergestellt werden. Man wird etwa in dieser Weise die Herausbildung provinzieller Unterschiede aus faciellen Abweichungen zu erklären haben.

Die Trennung pelagischer Faunen ist nur durch

ausgedehntere Landmassen möglich, deren Ausbildung während der devonischen Epoche ebenfalls weitere Fortschritte machte. Hand in Hand mit der allmäligen Ausdehnung des festen Landes und der Herausbildung provinzieller Verschiedenheiten erreicht auch die Differenzierung der Faciesablagerungen einen höheren Grad.

Zur Zeit des Unterdevon hat sich die Verschiedenheit der europäischen *) und amerikanischen Schichten bereits so weit herausgebildet, dass man von zwei zoologischen Reichen sprechen kann, deren Abweichungen sich in den höheren Abteilungen des Devon noch vermehren.

Im allgemeinen schreitet die Entwicklung der Tierwelt in den europäischen Meeren schneller vorwärts als in den amerikanischen, vor allem, weil die Mannigfaltigkeit der Faciesbedingungen hier eine grössere war. Beispielsweise erscheinen die Goniatiten, die Vorfahren der Ammoniten, in Europa bereits an der untersten Grenze des Unterdevon in ziemlich reicher Entwicklung, während sie die amerikanischen Gewässer erst später erreichen und dort stets eine geringere Mannigfaltigkeit zeigen. Europa besitzt zahlreiche eigentümliche Gruppen dieser Familie, Amerika dagegen keine einzige, die nicht auch in Europa vorkäme. Aehnlich verhält es sich mit den wichtigen Abteilungen der Clymenien**) und Trilobiten (Bronteus, Cheirurus, Cyphaspis, Harpes, Phillipsia).

Umgekehrt besitzen in Amerika viele Arten und Gattungen eine längere Lebensdauer; sie vermochten, wie es scheint, hier dem Kampfe ums Dasein besser zu widerstehen (Homalonotus, Grammysia, Calymene, Pterinaea), während der umgekehrte Fall kaum vorkommt.

Auch die Gliederung der Devonbildungen ist in Amerika und Europa durchaus verschieden. Eine kleine Anzahl übereinstimmender oder stellvertretender Arten (Spirifer cultrijugatus, disiunctus, Rensellaeria strigiceps, Goniatites intumescens = Patersoni) geben zwar die not-

---

*) In den europäischen Meeren bildeten sich im wesentlichen sandige, mehr litorale und kalkige, im wesentlichen dem offenen Meere entsprechende Schichten. Die sandigen, auf ein zerstörtes Festland hinweisenden Bildungen [illegible]gen im Norden vor; doch fehlen auch kalkige Schichten nicht. Im Süden von Europa sind beide Facies etwa gleichmässig verbreitet; z. B. besteht das Unterdevon in Steiermark und Languedoc wesentlich aus Quarzit. Süss, Antlitz der Erde II p. 291. stellt die Sache etwas anders dar.

*) Ammonitenähnliche Reste. die in mancher Hinsicht an Nautilus erinnern.

wendigen Grundlagen für eine Vergleichung, aber abgesehen davon stimmen nicht einmal die Grenzen der Hauptabteilungen miteinander überein.

Am Anfang und Ende der devonischen Epoche bildet das europäische Reich ein einheitliches Meeresgebiet; zur Zeit des Mitteldevon lassen sich, besonders mit Hilfe der stratigraphischen Gliederung, zwei grössere Provinzen, die rheinische und die russische, sowie zwei kleinere Bezirke, der von Graz und der von Languedoc unterscheiden.

Es ist in neuerer Zeit darauf hingewiesen worden, dass zur Zeit des Mitteldevon ein erhebliches Vordringen des Meeres, eine „Transgression“ auf der Nordhemisphäre stattgefunden habe. Diese Annahme ist nur in beschränktem Masse, in Bezug auf das russische Reich giltig, das zwischen der Bildung des jüngeren Silur und des Mitteldevon wahrscheinlich Festland war. Gerade in Mitteleuropa findet sich hingegen eine solche Verschiedenheit gleichzeitig lebender (mitteldevonischen) Faunen auf kleinem Raum, dass die Annahme eines Steigens des Meeres ganz undenkbar erscheint. Die aus dem nördlichen Nordamerika vorliegenden Daten sind wegen ihrer Lückenhaftigkeit zu weitreichenden Schlüssen nicht verwendbar.

Nur in Russland hat also zur Zeit des Mitteldevon ein Vordringen des Meeres stattgefunden; doch blieb das Becken rings von Land umschlossen. Das Auftreten einer artenarmen, aber individuenreichen Fauna sowie das durch Konzentration des Meereswassers bedingte Vorkommen von Gyps und Salz lässt einen derartigen Schluss berechtigt erscheinen.

Hingegen hat dann zur Zeit des Oberdevon ein Vordringen des Meeres oder wenigstens eine Eröffnung neuer Meeresverbindungen in Europa stattgefunden. Es ist weniger die Lagerung der Schichten als das Vorkommen einer gleichartigen für hohe See bezeichnenden Tierwelt vom Ural bis Südfrankreich, von Devonshire bis Kärnten, welche eine derartige Folgerung geboten erscheinen lässt.

Neben den marinen Ablagerungen findet sich eine devonische Schichtengruppe, der alte rote Sandstein der Engländer, welcher höchst wahrscheinlich in Binnenseen mit brakischem oder süssem Wasser gebildet wurde. Das völlige Fehlen mariner Organismen, wie der sonst

so zahlreichen Brachiopoden und Korallen, die Häufigkeit von Landpflanzen, das Auftreten von den jetzt im Brakwasser lebenden Phyllopoden, Süsswassermuscheln und von Fischen, die den gleichalten marinen Bildungen fehlen, lassen diese Annahme durchaus gerechtfertigt erscheinen. Man hat nach gewissen stratigraphischen und faunistischen Unterschieden eine Anzahl alter Seebecken unterschieden und mit Namen belegt, von denen die kleineren sich auf Wales und das nördliche England verteilen. Der ausgedehnteste Binnensee, der „lake Orkadie“ erstreckte sich wahrscheinlich von Nordschottland bis Norwegen.

Ausgedehnte Binnenseen sind nicht ohne grosse Festländer möglich und die Auflagerung des old red sandstone auf marinen Schichten verschiedener Alterstellung legt weiter die Frage nach den Veränderungen nahe, welche die Kontinentalmassen zur Devonzeit erfahren haben.

In Wales, Schottland und Norwegen ist das ganze Devon als Old red entwickelt, der meist ohne scharfe Grenze in die marinen silurischen Schichten übergeht. Man hat sich somit vorzustellen, dass der Abschluss der Binnenseen und ihre Aussüssung allmählig erfolgt sei.

Das Auftreten ausgedehnter klastischer Ablagerungen in den abgeschlossenen Becken setzt mächtige Zuflüsse und somit das Vorhandensein eines ausdedehnten Kontinents voraus, der nur im NO oder NW der brittisch-norwegischen Binnenseen gesucht werden könnte. Südlich in Devonshire und weiterhin in Mitteleuropa sind nur marine Ablagerungen vorhanden.

Ein Festland in der Gegend des Eismeers und des atlantischen Oceans würde zugleich die tiefgreifende Verschiedenheit des amerikanischen und europäischen Meeresreiches zur Devonzeit erklären. Dies nordatlantische Festland stammt noch aus älteren geologischen Zeiten und lässt sich weiter in jüngere Perioden hineinverfolgen.

Ein Vergleich der verschiedenen Devonablagerungen des westlichen England lässt die Abweichungen zwischen den pelagischen, litoralen und brakischen Ablagerungen der gleichen Periode deutlich hervortreten: An der Südküste von Devonshire, dem klassischen Lande der Devonformation, beobachtet man neben zahlreichen Eruptivgesteinen mächtige Korallen-Riffe und pelagische Goniatitenschichten (vergl. S. 21).

Thon- und Sandsteinbildungen, welche auf die Zer-

störung älterer Gesteine, bezw. auf die Nähe eines Landes hinweisen, finden sich nur in den tieferen Horizonten. Hingegen besteht an der Nordküste von Devonshire die gesamte Schichtenfolge aus derartigen litoralen Sandsteinen und Schiefern. Riffkorallen haben sich in dem schlammigen Wasser der Küste zwar anzusiedeln versucht, sind jedoch nirgends zu bedeutenderer Entwicklung gelangt. Auch in den jetzigen Meeren verlangen die Korallen bekanntlich klares, sedimentfreies Wasser. In Süd-Wales findet man dann die nichtmarinen Ablagerungen des Old red. Die uralte Küstenlinie muss also ungefähr dem Laufe des Kanals von Bristol gefolgt sein.

Weitere Devonbildungen in den Facies des Old red finden sich in Galizien über Brachiopodenmergeln, welche die Fauna des Gotländer Obersilur vermengt mit einigen böhmischen Arten*) führen, im centralen Russland über marinem Mitteldevon und in Nordamerika über dem unteren Oberdevon.

Es ergiebt sich daraus eine allmählig fortschreitende Bildung von Landmassen, gewissermassen eine Vorbereitung auf die Periode des Karbon und Perm, während welcher der grössere Teil der geologisch bekannten Gegenden Festland war.

Es sei noch kurz erwähnt, dass nach den bisherigen Nachrichten Südafrika und Australien einen dritten durchaus abweichenden Typus der Entwicklung des Devon erkennen lassen. Die Verschiedenheit spricht sich vor allem darin aus, dass nach oben, nach dem Karbon hin eine natürliche Grenze nicht besteht. Die Geschichte der südlichen Meere war also von dem Entwicklungsgang der Nordhemisphäre wesentlich verschieden.

IV.

Die Veränderungen der vorweltlichen Meeresprovinzen.

Die Veränderungen, welche die verschiedenen Meeresregionen im Laufe der geologischen Epochen erlitten haben, sind wahrscheinlich in erster Linie durch Verschiebungen des Meeresniveaus veranlasst; als ein

*) Vor allem Rhynchonella Diana Barr.

zweiter sehr wichtiger Faktor kommt der Einfluss klimatischer Veränderungen hinzu.

Allerdings ist die Einwirkung von Temperaturdifferenzen erst seit der Juraperiode bemerkbar. Die Verteilung der marinen Faunen und der Landfloren zur palaeozoischen und Triaszeit steht in keinerlei Abhängigkeit von Zonen, welche dem Aequator parallel laufen. So weist die zur Steinkohlenzeit lebende Flora in der tropischen, der nördlich gemässigten Zone und im polaren Nordamerika nicht nur denselben Charakter, sondern meist auch eine grosse Zahl durchgehend verbreiteter Arten auf. Dabei ist die Mutationsfähigkeit der Steinkohlenflora, oder mit anderen Worten, ihre Abhängigkeit von physikalischen Veränderungen so gross, dass, während man zur Zeit des Carbon und Perm im Meere nur drei wesentlich verschiedene Faunen unterscheiden kann, auf dem Lande zwölf Mal eine entsprechende Aenderung der Pflanzenwelt vor sich geht.

Zu ähnlichen Folgerungen giebt die Thatsache Anlass, dass an den Küsten des stillen Oceans von Neuseeland bis zum ochotskischen Meerbusen und von Aljaska bis Peru eine Reihe von Triasbildungen vorkommt, welche im wesentlichen dieselbe Fauna enthalten. *)

Da die fraglichen Schichten meist in einer litoralen, durch das Vorwalten der Zweischalergattung Pseudomonotis ausgezeichneten Facies vorkommen, so lässt sich mit voller Sicherheit der Schluss auf das Vorhandensein eines gleichartigen, von Pol zu Pol herrschenden Klimas ziehen.

Dagegen gewinnt von der Jurazeit ab die klimatische Zonengliederung mehr und mehr Einfluss auf die zoogeographische Einteilung der Oceane. Während der verschiedenen Epochen des Tertiär kann man in den marinen Ablagerungen Mitteleuropas die stetig vor sich gehende Umwandlung der tropischen Fauna in eine subtropische und in eine solche der warmen gemässigten Zone verfolgen.

Wie sich von vornherein erwarten lässt, ist der Einfluss der die tertiären Epochen abschliessenden Eiszeit auf die Verteilung der marinen Faunen sehr erheblich. Diese Kälteperiode erklärt das Vorkommen arktischer Meeresmuscheln in gewissen Ablagerungen Ostdeutschlands und das noch viel auffälligere Eindringen nordischer

---

*) Die palaeontologischen Untersuchungen von Mojsisovics und Teller lassen hierüber keinen Zweifel.

Gäste in die Fauna des Mittelmeeres, die im übrigen keine sehr erheblichen Abweichungen von der jetzt lebenden erkennen lässt.

In den litoralen Gewässern des Mittelmeeres sind die nordischen Eindringlinge verschwunden. Dagegen haben dieselben in der kühleren Temperatur der grösseren Meerestiefen zum Teil bis jetzt ausgedauert. Durch neuere Forschungen wurde nachgewiesen, dass die mediterrane Fauna in den grösseren Tiefen eine auffällige Uebereinstimmung mit der der britischen Gewässer zeigt. Auch die eigentlich arktischen Formen wie Nephrops norwegicus — ein Verwandter des Hummers — haben sich an vereinzelten Punkten noch erhalten. Der letztgenannte eigentümliche Krebs lebt an einigen tiefen Stellen des quarnerischen Golfes in grosser Häufigkeit zusammen mit wenigen anderen nordischen Formen, während er dem ganzen übrigen Mittelmeer fehlt. Das Fortdauern nordischer Eindringlinge in grösseren Meerestiefen ist durchaus analog dem Zurückbleiben arktischer Pflanzen und Insekten auf den höheren Gebirgen Mitteleuropas. Das angeführte Beispiel zeigt deutlich, in wie hohem Grade die geschichtliche Entwicklung die Fauna und Flora beeinflusst. (Suess).

Erhebliche Aenderungen werden durch die Verschiebungen des Meeresspiegels in der Verteilung der zoologischen Provinzen veranlasst. Neue Meeresverbindungen eröffnen sich, Einwanderungen aus fernen Oceanen finden statt und die unvermittelt auftretenden Elemente der Fauna lassen keinerlei Verwandtschaft mit den autochthonen Typen erkennen. Zugleich beginnen infolge des Wechsels der physikalischen Bedingungen und des Kampfes mit den neuen Eindringlingen die alten Bewohner auszusterben. Die beträchtlichen faunistischen Aenderungen, welche derartige geographische Ereignisse zu begleiten pflegten, haben wesentlich die Entstehung der bekannten Kataklysmentheorie mit veranlasst, nach welcher die Geschichte der Erde aus einer oft wiederholten Zerstörung und Neuschöpfung der gesamten organischen Welt bestand.

Auch bei den jetzt herrschenden Ansichten bietet das plötzliche Auftreten neuer Formen eine bequeme und natürliche Handhabe für die Abgrenzung der Schichten.

Besonders bemerkenswert ist das sogenannte Intermittiren, d. h. das scheinbare Aussterben und Wieder-

erscheinen gewisser Gruppen in einer bestimmten Meeresprovinz. So kennt man die Ammonitengattungen Aegoceras und Amaltheus aus der mittleren Abteilung und den obersten Grenzschichten der alpinen Trias. Dazwischen fehlen dieselben vollständig, sind also in Meeresteile ausgewandert, die man im vorliegenden Falle wahrscheinlich im SO zu suchen hat.

Die der palaeozoischen-Ammonitengruppe (Fig. 6) Prolecanites eigentümliche Verbreitung ist in ähnlicher Weise zu erklären. Dieselbe erscheint zuerst in Europa auf der Grenze von Mittel- und Oberdevon in ziemlich starker Entwicklung, wird im unteren Oberdevon überaus selten und fehlt im mittleren Oberdevon vollständig. Dagegen kennt man aus dem letzteren Horizont in Nordamerika einen häufigen und weitverbreiteten Vertreter von Prolecanites. Während der Bildungszeit des oberen Oberdevon scheint die Gattung nach Europa zurückgekehrt zu sein und im unteren Carbon kommen typische Vertreter auf beiden Erdhälften vor.



Fig. 6. Goniatit: Prolecanites lunulicosta. Oberdevon. Dillenburg i. Nassau.

Das Entstehen neuer Landschranken veranlasst die eigenartige Entwicklung von ursprünglich einheitlich gestalteten Faunen. Die Veränderung wirkt selbstverständlich dann besonders einschneidend, wenn ein Meeresteil, wie etwa das sarmatische Becken der jüngeren Tertiärzeit (vergl. unten) von der Verbindung mit dem offenen Ocean abgeschnitten und allmälig ausgesüsst wird.

Die Ursachen für das Steigen und Fallen des Meeresspiegels beruhen wahrscheinlich zum kleineren Teile auf Bewegungen des äusseren Felsgerüstes der Erde, zum grösseren Teile auf Veränderungen des Meeresniveaus, deren Vorhandensein zwar zweifellos erscheint, deren Erklärung aber noch nicht gelungen ist.

Die Aufwölbung von Gebirgsketten, die Bildung von Vulkanen auf dem Meeresgrunde scheinen, so sehr sie die Oberflächengestalt des festen Landes beeinflussen, für die Trennung grösserer Meeresbecken fast bedeutungslos zu sein; wenigstens sind keine derartigen Fälle bisher bekannt geworden.

Von grösserer Wichtigkeit für die Veränderung der Meeresprovinzen ist dagegen der Einsturz ausgedehnterer Teile der Lithosphaere. So verband der Einbruch des an Stelle des aegaeischen Meeres befindlichen Festlandes — ein Ereigniss, das in geologisch junger, jedenfalls erst in postglacialer Zeit stattgefunden hat — den Pontus mit dem Mittelmeer. In dem Becken des heutigen schwarzen Meeres und in den benachbarten Ländern befand sich während des letzten Abschnittes der Tertiärperiode der brakische, allmälig nach Osten zu eingeengte und ausgesüsste „sarmatische" Binnensee, der durch die Verbindung mit dem Mittelmeer wiederum eine Meeres-Fauna erhielt. Die Reste der sarmatischen Fauna leben heute noch im Kaspi-Meer. Ein Geologe der Zukunft, welcher dereinst den Boden des jetzigen Pontus untersucht, wird hier wahrscheinlich über Kalken mit Süsswasserschnecken eine marine Formation in ungleichförmiger Lagerung antreffen.

Von grossartigerer Wirkung war der Einbruch des uralten indo-afrikanischen Festlandes, der wahrscheinlich am Anfang der Jura-Periode begann und bis an das Ende der mesozoischen Aera fortdauerte. Aus den nach Norden oder nach Süden verweisenden faunistischen Eigentümlichkeiten der verschiedenen Schichtengruppen lassen sich Rückschlüsse über die Ausdehnung der Continente bezw. über den allmäligen Fortgang des Einbruchs ziehen. So zeigen die mittleren und oberen Kreideschichten von Natal und Dekkan erhebliche Abweichungen von den gleich alten in Nordindien, Arabien und Aegypten vorkommenden Bildungen; man wird somit für die Kreidezeit im mittleren Teile des indischen Oceans eine Landverbindung anzunehmen haben, etwa ähnlich der, welche jetzt die Fauna von der mediterranen des Rothen Meeres trennt.

Auf das Vorhandensein von solch grossartigen Brüchen wird man mit einiger Wahrscheinlichkeit schliessen dürfen, wenn kein Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Küste und dem allgemeinen geologischen Bau des Landes, insbesondere dem Streichen der Schichten besteht. Ausschlaggebend für die Auffassung war in den vorliegenden Fällen jedoch der Umstand, dass sowohl im indo-afrikanischen Gebiet wie im griechischen Archipel die in ihrer Lage verbliebenen Schollen aus Süsswasserschichten bestehen, die sich an der gegenüberliegenden Küste mit denselben oder mit wenig veränderten Merkmalen fortsetzen.

In ungleich bedeutenderer Weise wird die Begrenzung der Continente und Meere durch diejenigen Erscheinungen beeinflusst, welche man bis vor kurzem allgemein als säkulare Hebungen und Senkungen des Landes bezeichnete, während Suess dieselben neuerdings als Schwankungen des Meeresspiegels auffasst. Die Meinungen über den Gegenstand stehen sich noch unvermittelt gegenüber.

Ein erheblicher Wechsel in der Verteilung von Festland und Meer hat noch in jüngster geologischer Zeit, nach dem Ablauf der grossen Eisperiode stattgefunden, wie die alten zuerst aus Norwegen bekannt gewordenen Strandlinien und Terrassen beweisen. Die Strandlinien sind durch Einwirkung der Brandung während eines Stillstandes des Meeresniveaus in den Fels eingenagt; die Terrassen beweisen ihren Zusammenhang mit der Eiszeit dadurch, dass die höchstgelegenen unter ihnen, welche sich 200 *m* über dem jetzigen Meeresspiegel befinden, arktische Tierreste enthalten, während die Fauna der tiefer gelegenen mit der der heutigen Küste übereinstimmt.

Entsprechende Beobachtungen liegen vor aus Grossbritannien, Spitzbergen, Grönland und dem nördlichen Nordamerika sowie andrerseits von der Südhemisphäre, von Südafrika, Südaustralien und dem südlichen Südamerika.

Dem Aufsteigen des Landes in den Polarländern steht ein Sinken desselben in den äquatorialen Gegenden gegenüber. Zwar ist der letztere Vorgang im allgemeinen weniger leicht festzustellen als der erstere. Jedoch kann mit einiger Sicherheit der äquatoriale Teil des stillen Oceans mit Rücksicht auf die grosse Ausdehnung der Korallenriffe als ein Senkungsgebiet aufgefasst werden. Bekanntlich ist nach Darwin die Entstehung der hier in Frage kommenden Atolls nur auf sinkendem Meeresboden möglich und trotz zahlreicher neuerer Angriffe*) bietet die genannte Theorie für eine grosse Klasse von Erscheinungen immer noch die naturgemässeste, in den meisten Fällen zutreffende Erklärung.

Im Sinne der einen Anschauung wird man in dem geschilderten Vorgang ein Abströmen des Wassers von den Polen zum Aequator sehen; nach der entgegenstehenden Auffassung ergäbe sich ein Sinken des Landes um den Aequator, ein Ansteigen an den Polen oder mit

*) Vergl. „Naturw. Wochenschr." III S. 144.

anderen Worten eine Abnahme der Abplattung der Lithosphäre.

Aehnliche, zum Teil noch grossartigere Veränderungen haben im Verlaufe der früheren Erdepochen mehrfach stattgefunden. Geologisch wichtig ist besonders der als Transgression bezeichnete Vorgang, d. h. das Uebergreifen mariner Schichtengruppen über den räumlichen Verbreitungsbezirk der nächst älteren Formationen, oder mit anderen Worten ein Vordringen des Meeres. Ein Rückzug des Oceans ist aus der Einschränkung des Verbreitungsbezirks mariner Ablagerungen oder mit grösserer Sicherheit aus der Vertretung derselben durch Süsswasserschichten zu folgern.

Der Einfluss solcher Veränderungen auf die Verteilung der Organismen wird aus dem vergleichenden Studium den triadischen Ablagerungen der Alpen und des mittleren Deutschlands ersichtlich. Zur Zeit der mittleren Trias bestand eine mittelbare Verbindung zwischen der deutschen Meeresbucht und dem alpinen Gebiet, das einen Bestandteil des damaligen Weltmeeres ausmachte. Der Zusammenhang wurde bei Beginn der oberen Trias unterbrochen und die genannte ausgedehnte Meeresbucht in einen Binnensee mit salzigem oder brakischen Wasser umgewandelt. Der deutsche Triassee, der dem jetzigen kaspischen Meere vergleichbar ist, erstreckte sich durch Lothringen und die Schweiz bis in das südliche Frankreich und bis nach Sardinien.

Zu gleicher Zeit sonderten sich auch die triadischen Ablagerungen der Ostalpen in zwei scharf geschiedene Meeresprovinzen. Die mediterrane Provinz umfasste die südlichen und nördlichen Kalkalpen mit Ausnahme des nordöstlichen Teils und erstreckte sich längs des Nordrandes der Karpathen bis Südrussland.

Die Schichten der nach dem alten Namen von Salzburg so genannten „juravischen Provinz“ haben ihren Hauptvertreter in den bunten Hallstädter Kalken des Salzkammerguts, bilden aber, wie sich aus ihren faunistischen Beziehungen zu der ostindischen Trias*) und dem

*) Vielleicht die merkwürdigste Erscheinung ist das Vorkommen einer Korallengattung, deren einzige bisher bekannte Vertreter am Karakorumpass und bei Hallstadt beobachtet worden sind. In Indien wurde dieselbe von dem hochverdienten deutschen Geologen Stoliczka gefunden und von Duncan als Stoliczkaria beschrieben; jedoch ergab sich aus den Untersuchungen des Verf. die Identität

Vorkommen ähnlicher Tierreste in Kleinasien nachweisen liess, den letzten Ausläufer eines in südöstlicher Richtung gelegenen Weltmeers.

Die beiden Provinzen sind während der Bildungsdauer der unteren Stufe der oberen Trias scharf getrennt; in der mittleren Stufe tritt eine allmälige Mengung der Faunen ein, und die oberste Stufe der Trias, die rhaetische, breitet sich in pelagischer Ausbildung über das Gebiet der beiden älteren Meeresprovinzen, wie über die von dem deutschen Binnenmeer bedeckte Fläche aus*).

Es hat also gegen Ende der Triaszeit ein erhebliches Vordringen des Meeres stattgefunden, das nicht nur die, wahrscheinlich durch eine Inselreihe gebildete Grenze zweier Meeresprovinzen, sondern auch das nördlicher gelegene Festland überflutete und einen abgetrennten Binnensee wieder mit dem Ocean in Verbindung setzte. Die Reste einer überall gleichartig gestalteten Tierwelt erfüllten die obersten Triasablagerungen des mittleren Europa, während man aus den unmittelbar vorher gebildeten Schichten 3 verschiedenartige gleichalte Faunen kennt.

So wichtig die rhaetische Transgression für Mitteleuropa war, so wird sie doch an allgemeiner Bedeutung von der der oberen Kreide übertroffen, welche sich auf den grössten Teil der geologisch durchforschten Festländer erstreckte.

In Europa ist nur in Frankreich, England und einem kleinen Teile von Deutschland untere Kreide vorhanden und die oberen Glieder dieser Formation liegen fast durchweg übergreifend auf krystallinischen Gesteinen, palaeozoischen Ablagerungen, Trias und Jura. Ebenso breitet sich im ganzen Gebiete der Mittelmeerländer östlich bis Afghanistan reichend, ferner im Süden der indischen Halbinsel obere Kreide über ältere Ablagerungen aus. Aehnliche Beobachtungen liegen aus Südafrika, Ostasien und dem grössten Teile des amerikanischen Kontinentes vor.

Im Gegensatz zu dieser enormen Verbreitung mariner Schichten steht eine entschiedene Einengung der Oceane

---

von Stoliczkaria mit dem seit langer Zeit bekannten Heterastridium von Hallstadt.

*) Die epochemachenden Forschungen von Mojsisovics haben über diese Fragen die nötige Aufklärung gegeben.

während der Bildungszeit des älteren Jura und der Grenzschichten von Jura und Kreide.

Wie sehr durch grossartige Ereignisse, wie die Transgression der oberen Kreide die Verteilung von Festland und Meer und die Anordnung der Meeresprovinzen betroffen wurde, bedarf keiner weiteren Ausführung.

Die zahlreichen Veränderungen, welche die Erdoberfläche im Verlaufe der geologischen Epochen betroffen haben, veranlassen eine immer weiter fortschreitende Differenzierung der physikalischen Lebensbedingungen. Vor allem verursacht der, sich mehr und mehr verstärkende Einfluss klimatischer Verschiedenheiten eine mannigfaltige Ausbildung der Tiere und Pflanzen. Wenn auch die stetig fortschreitende Entwicklung der organischen Welt nicht als einfaches Widerspiel der physikalischen Verhältnisse angesehen werden kann, so ist doch ein Parallelismus in der sich steigernden Differenzierung in der Gestalt der Erdoberfläche und der allmäligen Vervollkommnung der auf derselben lebenden organischen Wesen nicht zu verkennen.



Taf. 2. Verteilung von Meer

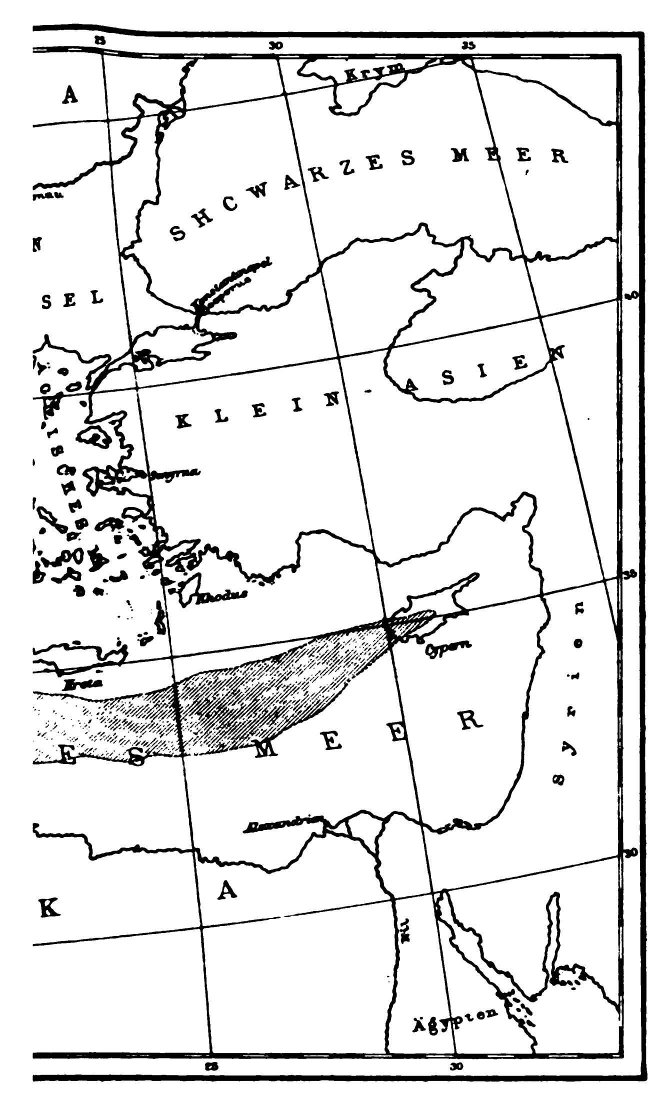


ɩ. — (Aus Neumayr, Erdgeschichte.)

ɩ







Neumayr, Erdgeschichte.)

10

Ueber

Laubfärbungen

von

L. Kny.

Mit 7 Holzschnitten.

Sonder-Abdruck aus der

„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift"

Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1889.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Von den zahlreichen Farbentönen, in welchen die Pflanzenwelt das von der Sonne ihr gespendete Licht zurückstrahlt und aus denen sie auf der Erdoberfläche ihre bunten Teppiche webt, würden wir keinen vermissen wollen. Sie alle gehören zu der Vollständigkeit des Bildes, das Frühling und Sommer uns vorzaubern. Doch ist unter den Farben eine, mit welcher die Vegetation ganz besonders verschwenderisch ausgestattet ist, ohne die sie uns überhaupt nicht denkbar erscheint. Es ist dies das Grün der Wiesen und Wälder in seinen verschiedenen Abstufungen von Reinheit und Leuchtkraft.

Der Mensch, welcher so gern alle Naturerscheinungen zu sich selbst in unmittelbarste Beziehung bringt, meint wol, dass es die Hauptaufgabe der grünen Farbe sei, auf sein Auge und Gemüth erfrischend zu wirken. So hoch wir aber auch dieses psychologische Moment bei unserer Auffassung des Naturganzen veranschlagen mögen: — so viel ist durch die Ergebnisse einer mehr als hundertjährigen Forschung sichergestellt, dass die Pflanzen selbst es sind, welche aus ihrer grünen Farbe den nächsten und erheblichsten Vortheil ziehen. Ja, der grüne Farbstoff, das Chlorophyll, ermöglicht überhaupt erst das Bestehen einer Pflanzendecke auf der Erde. Ohne Chlorophyll wäre der lebendige Leib der Zelle, das Protoplasma, nicht im Stande, aus den sauerstoffreichen Mineralstoffen, welche ihm in Lösung zugeführt werden, und aus der Kohlensäure der Atmosphäre mit Hilfe der in den Sonnenstrahlen dargebotenen Kraftquelle die als chemische Bausteine für die Pflanzen tauglichen organischen Stoffe zu bilden und gleichzeitig das durch die pflanzlichen und thierischen Athmungsprozesse gestörte Gleichgewicht zwischen den Bestandtheilen der Atmosphäre durch Sauerstoffausscheidung wiederherzu-

stellen. Ohne das Chlorophyll wäre, mit dem Bestehen der Vegetation, auch dasjenige des Thierreiches unmöglich; denn die Ernährung der Thiere, auch der fleischfressenden, ist in letzter Linie ganz von der Pflanzenwelt abhängig.

Die grosse Wichtigkeit, welche das Chlorophyll für das Leben der Pflanzen besitzt, spricht sich schon in der Art seines Vorkommens in den Zellen aus.

Während die rothen, blauen und violetten Blüthenfarbstoffe, ebenso wie der rothe Farbstoff, welcher den Blättern der Blutbuche, der Iresine Lindeni, der Alternantheren und vieler anderen in der Teppichgärtnerei verwendeten Pflanzen ihr fremdartiges Aussehen giebt, durchweg im wässerigen Zellsaft gelöst sind, ist das Chlorophyll oder Blattgrün stets auf das Engste an den eigentlichen Träger des Zellenlebens, an das Protoplasma, gebunden. Auf den tiefsten Stufen, unter den Spaltalgen, finden wir Pflanzen, deren ganzer Protoplasmakörper das Chlorophyll in gleichmässiger Vertheilung enthält; bei den höheren Algengruppen aber und ebenso bei allen mit deutlichem Stamm und Blatt ausgestatteten Pflanzen, den Cormophyten, sehen wir einen oder mehrere bestimmt geformte Körper aus der Grundmasse des Protoplasma sich herausheben und den grünen Farbstoff in sich speichern. Man spricht in diesen Fällen von besonderen „Chlorophyllkörpern“.

Eine erhebliche Mannichfaltigkeit in der Form zeigen letztere nur bei gewissen Algen, welche, soweit sie Bewohner süssen Wassers sind, den Nichtbotaniker meist nur als unwillkommene Eindringlinge in die Wasserläufe interessiren. Die grüne Farbe, obwohl sie vielleicht nirgendwo reiner und leuchtender hervortritt, als an den Wasserfäden von Spirogyra und verwandten Gattungen, gilt ihm bei diesen einfachen Pflanzen ebensowenig als Schmuck der Landschaft, wie bei den von Wasserlinsen (Lemna-Arten) gebildeten Decken oder bei den unter dem Wasserspiegel üppig gedeihenden Wiesen der Wasserpest (Elodea canadensis), der Ceratophyllum- und Callitriche-Arten. Bei allen höheren Pflanzen, welche für Land- und Gartenbau Bedeutung besitzen, bis hinab zu den unscheinbaren Moosen zeigen die Chlorophyllkörper in Form und Grösse keine erheblichen Unterschiede. Sie treten als

gerundete Körner von microscopischer Kleinheit auf. Fast immer sind sie zu mehreren, meist sogar zu vielen in derselben Zelle enthalten. Beschränkt sich, wie dies in den Zellen erwachsener Laubblätter die Regel ist, das Protoplasma auf einen geschlossenen Wandbeleg an der Innenseite der Membran, und sind die Chlorophyllkörner dem Wandbeleg eingebettet, so sind sie im Sinne der Membran-Oberfläche abgeplattet. Sie besitzen etwa die Form einer planconvexen Linse mit gerundetem Rande. Die ebene Seite ist der Wandung, die convexe Seite dem Innenraume der Zelle zugekehrt. (Siehe Fig. 1, P. u. Schw. und die untersten Zellen in Fig. 2. 2.

Mehr noch als die Form der Chlorophyllkörper zeigt die optische und chemische Beschaffenheit des Farbstoffes grosse Uebereinstimmung auf den verschiedenen Stufen des Pflanzenreiches. Zwar ist es, trotz vielfacher Bemühungen, bisher nicht gelungen, ihn rein darzustellen, und es bestehen selbst in Betreff so wichtiger Fragen noch Zweifel, wie z. B., ob das für seine Bildung unbedingt notwendige Eisen in die chemische Formel eintritt, oder ob es nur indirect bei seiner Entstehung betheiligt ist; doch hat man die aus den verschiedensten Pflanzen gewonnenen alcoholischen und ätherischen Chlorophylllösungen mit Rücksicht auf ihre Fähigkeit, Fluorescenz zu erzeugen und bestimmte Strahlen des weissen Sonnenlichtes zu absorbiren, eifrig verglichen; ferner hat man den in den Chlorophyllkörpern enthaltenen Farbstoff in ein reineres Chlorophyllgrün und in das gelbe Etiolin zerlegt, welches letztere für seine Entstehung nicht des Lichtes bedarf und deshalb auch in vergeilten (etiolirten) Sprossen auftritt, und man hat die chemischen Veränderungen, welche diese beiden Bestandtheile unter Einwirkung gewisser Stoffe erleiden, nach verschiedenen Richtungen hin geprüft; — in keiner dieser Beziehungen war man im Stande, einen erheblichen Unterschied zwischen dem Chlorophyllfarbstoffe einer Fadenalge, eines Mooses, eines Farnkrautes oder einer Blüthenpflanze festzustellen.

Angesichts der Gleichartigkeit des Chlorophyllfarbstoffes in seiner Wirkung auf unsern Gesichtssinn und der grossen Aehnlichkeit der Protoplasmakörper, an welche er in den Zellen gebunden ist, erscheint es auf den ersten Blick unverständlich, wie die mannichfaltigen Laubschatti-

rungen und Laubfärbungen zu Stande kommen können, die in ihren Gegensätzen zur Belebung des natürlichen Landschaftsbildes so wesentlich beitragen und deren geschickter Benutzung der Gärtner einen grossen Teil seiner Erfolge verdankt. Wie kommt es, dass die Laubblätter verschiedener Arten alle Farbennüancen vom saftigen Grün, einerseits nach Schwärzlichgrün und tiefdunklem Purpurroth, anderseits nach mattem Graugrün und selbst blendend reinem Silberweiss zeigen? Welche Ursachen bedingen es, dass derselbe Spross, als er sich vor kurzem erst aus der Knospe entfaltet hatte, das Grün viel frischer zeigte, als jetzt, wo Stengel und Blätter erwachsen sind? Wie erklärt es sich, dass selbst die beiden Seiten desselben Blattes auf unser Auge häufig so verschieden wirken?

Fassen wir zunächst diesen letzten Punkt ins Auge, weil er die Wichtigkeit des inneren Baues der Pflanzenorgane für ihre äussere Erscheinung, die wir in den folgenden Zeilen noch wiederholt in Betracht zu ziehen haben werden, besonders deutlich hervortreten lässt.

Bei den Pflanzen unseres Klimas sind die Blätter bekanntlich meist in ausgesprochenster Weise dorsiventral, d. h. sie zeigen einen Gegensatz von Ober- und Unterseite. Die Stellung der Spreite ist im Allgemeinen eine solche, dass die Resultirende der Sonnenstrahlen, welche das Blatt im Laufe des Tages treffen, senkrecht zur Oberseite einfällt.

Zu dieser Stellung der Laubblätter zeigt ihr innerer Bau die engste Beziehung.

An der Oberseite ist die Blattspreite vorwiegend für die Zwecke der Kohlenstoffassimilation organisirt, wofür, neben der Anwesenheit von Chlorophyllkörnern, bekanntlich Licht die wichtigste Bedingung ist; an der Unterseite tritt die Anpassung an den Gasaustausch zwischen Blatt und Atmosphäre mehr in den Vordergrund, besonders an den leichten Austritt des Verdunstungswassers.

Bei der grossen Mehrzahl der Laubblätter spricht sich die verschiedene Organisation der Ober- und Unterseite in folgender Weise aus.

Die Oberseite wird nach aussen von einer chlorophyllfreien Oberhaut oder Epidermis (Fig. 1, E) abgeschlossen, welche wenig oder gar keine Spaltöffnungen enthält. Ihre

Zellen dienen als Wasserspeicher für die ihnen sich anschliessenden Palissadenzellen (Fig. 1, P). Mit diesem Namen bezeichnet man Zellen, welche in der Richtung senkrecht zur Oberhaut überwiegend gestreckt und zu einer oder wenigen übereinanderliegenden Schichten angeordnet sind. In ihrem wandständigen Protoplasma sind die Chlorophyllkörner in so grosser Zahl eingebettet, dass wenige oder gar keine Lücken zwischen ihnen frei bleiben. An den Langseiten weichen die Palissadenzellen stellenweise ein wenig auseinander, so dass die für die Kohlen-

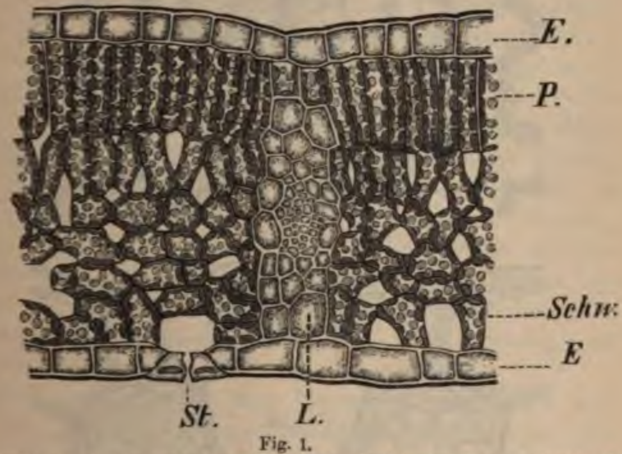


Fig. 1.
Querschnitt durch ein erwachsenes Blatt der Rothbuche (Fagus silvatica L.). 315mal vergrössert. E.: Epidermis; P.: Palissadenzellen; Schw.: Schwammgewebe; L.: Leitbündel; St.: Spaltöffnung.

stoff-Assimilation unentbehrlichen Luftlücken frei bleiben. Diese stehen sowohl unter sich, als auch durch die Spaltöffnungen hindurch mit der Atmosphäre in Verbindung.

An das ein- oder mehrschichtige Palissadengewebe schliesst sich, entweder in scharfer Abgrenzung oder in allmählichem Uebergange, ein viel lockerer gefügtes Gewebe an (Fig. 1, Schw.). Ist dasselbe sehr characteristisch ausgebildet, so besteht es aus Zellen, welche ihre grössten Dimensionen parallel der Blattoberfläche besitzen und nur an eng begrenzten Stellen mit einander in Verbindung stehen. Wenn diese Zellen, wie häufig der Fall, strahlige Ausbuchtungen treiben, welche denen benachbarter Zellen begegnen, so ergiebt sich eine sehr lockere, schwamm-

artige Structur, welche den häufig gebrauchten Ausdruck „Schwammparenchym" veranlasst hat. Dieses Gewebe ist im Allgemeinen etwas weniger reich an Chlorophyllkörpern als das Palissadengewebe. Seine grossen lufthaltigen Zwischenzellräume stehen durch die auf der Blattunterseite gewöhnlich zahlreich vorkommenden Spalt-

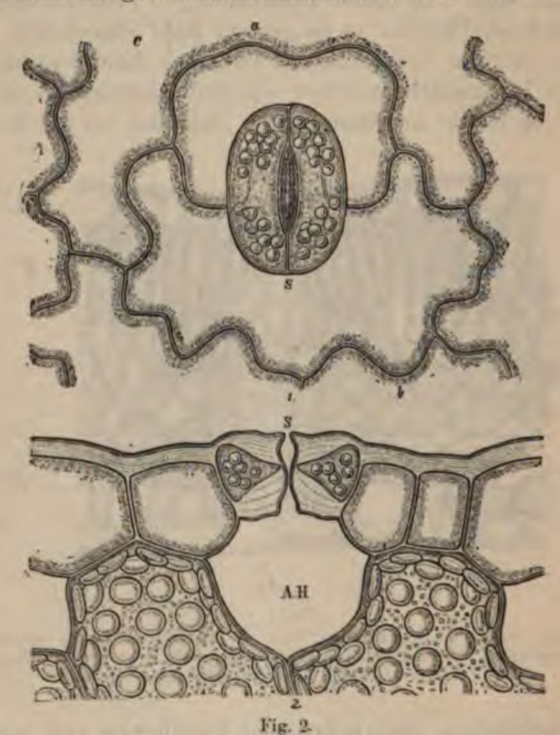


Fig. 2.
Spaltöffnung von der Unterseite des Blattes von Thymus Serpyllum L., 1. in der Flächenansicht, 2. im senkrechten Querschnitt. S.: die Spalte zwischen den beiden Schliesszellen; AH.: die Athemhöhle, 1150 mal vergrössert.

öffnungen mit der Atmosphäre in unmittelbarer Verbindung. Abgesehen von den die Spaltöffnungen einfassenden beiden „Schliesszellen", welche meist reichlich Chlorophyll enthalten, sind die Epidermiszellen der Blattunterseite fast durchweg entweder chlorophyllfrei oder chlorophyllarm.

Aus dem eben Gesagten erhellt, dass bei der grossen Mehrzahl der höheren Pflanzen Zellen, welche in nennenswerther Menge Chlorophyllkörner enthalten, weder an der Ober- noch an der Unterseite des Blattes bis zur freien

Aussenfläche reichen. Eine Ausnahme in dieser Beziehung bilden die meisten höheren Cryptogamen und die untergetaucht lebenden Blüthenpflanzen. Die meisten von ihnen sind durch Chlorophyllreichthum der Oberhautzellen ausgezeichnet; daher zeigen gerade sie das Grün in ihren Blättern in vollster Reinheit. Nichts gewährt im Gewächshause in gleichem Masse das Bild strahlender Vegetationsfrische, als eine in gutem Culturzustande befindliche, mit zarteren Farn und Selaginellen ausgestattete Grotte. Nichts bildet im Süsswasser-Aquarium einen so zauberhaften Hintergrund für die lustig sich tummelnden Bewohner der Tiefe, als die in den Teichen heimischen Wasserunkräuter.

Die Blätter der landbewohnenden Blüthenpflanzen vermögen sich mit denen der ebenbezeichneten Gewächse an Farbenglanz im Allgemeinen nicht zu messen. Es ist dies die notwendige Folge des Umstandes, dass das von ihren Chlorophyllkörpern zurückgeworfene Licht beim Durchgange durch die Epidermis geschwächt wird, bevor es in unser Auge gelangt. Wenn im Frühling das Grün der Blätter, welche eben aus dem Knospenzustande herausgetreten sind, heller und reiner erscheint als später, so ist dies vor allem dem Umstande zu danken, dass die Epidermiszellen dann noch dünner und zartwandiger sind als im erwachsenen Blatte.

Der Unterschied in dem Farbenton von Ober- und Unterseite der erwachsenen Laubblätter, welcher für den Gesammteindruck der einzelnen Pflanzenarten eine so wichtige Rolle spielt, erklärt sich nach dem Vorstehenden leicht aus der Verschiedenheit des Baues. Dass an der Unterseite des Blattes das Grün ein matteres ist, als an der Oberseite, wird dadurch begreiflich, dass hier die Chlorophyllkörner meist sparsamer vertreten und dass im Schwammgewebe zahlreichere, zur Blattoberfläche parallele Scheidewände zwischen ihnen eingeschaltet sind. In den Palissadenzellen der Oberseite sind nicht nur die grünen Farbstoffkörper reichlicher; bei der beträchtlichen Längsstreckung der Zellen erfährt ihre Wirkung auf unser Auge auch eine weit geringere Abschwächung.

Hierzu treten indess gewöhnlich noch andere Momente, welche in verschiedenem Masse mitwirken, den optischen Gegensatz zwischen Ober- und Unterseite des Blattes zu verschärfen.

Schon oben wurde erwähnt, dass die Unterseite des Blattes die Spaltöffnungen entweder allein oder doch meist in grösserer Zahl als die Oberseite führt. Das gegentheilige Verhalten kommt ausnahmsweise bei Blättern vor, welche auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, wie bei denen unserer Seerosen. Die alleinige oder die reichlichere Durchbohrung der unteren Epidermis mit feinen Oeffnungen muss aber nothwendig beitragen, den Glanz abzuschwächen. An der Oberseite des Blattes pflegen überdies die Epidermiszellen stärker entwickelt zu sein, als an der Unterseite. Es kann sich dies allein in ihren Dimensionen oder in der stärkeren Verdickung ihrer Membran, ihrer stärkeren Verkieselung u. s. f., oder in mehreren dieser Beziehungen gleichzeitig aussprechen. Besonders erheblich ist die relative Förderung in der Ausbildung der oberen Epidermis dann, wenn letztere zum Zwecke der Anpassung an eine möglichst ausgiebige Wasserspeicherung Theilungen durch zur Aussenfläche parallele Wände erfährt, wodurch die Zahl ihrer Zellschichten vervielfacht wird. Bei einzelnen Arten, wie bei gewissen Begonien, treten solche Theilungen allein in der Epidermis der Oberseite, bei anderen, wie beim Gummibaum (Ficus elastica), hier wenigstens in grösserer Zahl auf. Es kann wol keinem Zweifel unterliegen, dass bei den letztgenannten Pflanzen das tiefe Dunkelgrün der oberen Blattseite der Ueberlagerung des stark entwickelten Wassergewebes über die grünen Palissadenzellen zum Theil zuzuschreiben ist. An jugendlichen Blättern, wo dasselbe erst im Entstehen begriffen ist, zeigt sich beiderseits die volle Zartheit der grünen Laubfärbung.

Ganz eigenartige Wirkungen werden dann erzielt, wenn die Oberhautzellen nicht, wie gewöhnlich der Fall, mit ebener oder nur ganz schwach gekrümmter Fläche nach aussen abschliessen, sondern ihre Aussenwandungen stark hervorwölben.

Eine der auffälligsten Erscheinungen unter den Fettpflanzen ist das in trockeneren Gebieten der Mittelmeerregion heimische Mesembryanthemum crystallinum. Das Aussehen seiner Blattoberflächen erinnert entfernt an das des sogenannten Eisglases. Es wird dadurch hervorgerufen, dass die Oberhautzellen zu grossen Blasen anschwellen, welche sich eng aneinanderlegen. Aehnliche Vorkomm-

nisse sind durch Volkens jüngst bei einer Anzahl von Wüstenpflanzen bekannt geworden. Sie alle stehen zu der durch das trockene Klima bedingten Wasserspeicherung in engster Beziehung. Tritt im Laufe des Sommers Wassermangel für die Pflanze ein, so sinken, von den untersten Blättern nach den oberen fortschreitend, die blasigen Auftreibungen zusammen.

Nicht so augenfällig in ihrem Nutzen für die betreffenden Pflanzen, als die eben besprochene Erscheinung, ist die Erhebung der Epidermiszellen zu abgestumpft kegelförmigen Papillen. Viel häufiger als bei Laubblättern kommt dieselbe an Blumenblättern vor. Sind,

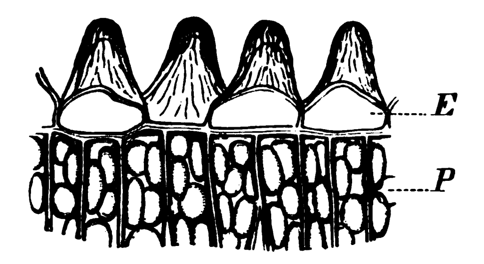


Fig. 3.
Theil eines Blattquerschnittes von Cyanophyllum magnificum. E: obere Epidermis; P: Palissadenzellen. 312 mal vergrössert.

wie dies gewöhnlich der Fall ist, sämmtliche benachbarte Oberhautzellen in gleichem Maasse verlängert, so muss, da jede das Licht nur von einem Theile ihres Scheitels dem Auge zusendet, nothwendigerweise Sammetglanz hervorgerufen werden; denn auch beim künstlichen Sammet sind die Bedingungen für den optischen Effect ja ganz ähnliche. Hervorragende Beispiele für sammetglänzende Blumenblätter sind die Rosen, Nelken, die Stiefmütterchen und die chinesische Primel. Bei den Laubblättern findet man den Sammetglanz sehr schön unter anderen bei Coleus Verschaffeltii und Maranta sanguinea, in prachtvollster Weise bei Cyanophyllum magnificum (Figur 3), deren stattliche Blätter mit der röthlich-braunen Unterseite und der in grünlichem Stahlblau sammetartig schimmernden Oberseite zu den herrlichsten Erscheinungen unserer Warmhäuser gehören.

Wie Hassak*) zeigte, wird bei gewissen Pflanzen, z. B. bei Fittonia Bursei und Impatiens Mariannae, der Sammetglanz der Laubblätter nicht, wie gewöhnlich, durch einzellige, kegelförmige Papillen, sondern durch kurze, mehrzellige, zwischen gewöhnlichen Epidermiszellen sich erhebende Haare bedingt. Bei manchen Begonien, wie B. imperialis, smaragdina und splendida, ruft die steile Erhebung der von den feinsten Nervenauszweigungen umspannten Felder des Füllgewebes ganz ähnliche Erscheinungen hervor.

Die Haarbildungen der Oberhaut sind, wie sie zur Lebensweise der betreffenden Pflanzen in engster Beziehung stehen, auch für die äussere Erscheinung ihrer Belaubung sehr maassgebend. Zunächst sei hervorgehoben, dass Blätter, welche in erwachsenem Zustande vollkommen glatt sind, sehr gewöhnlich mit weichem Flaum bedeckt aus der Knospe hervortreten. In dem Haarkleide bietet die Natur den jungen Organen Schutz gegen schädliche Einflüsse, insbesondere gegen allzu reichliche Verdunstung und gegen rasche Temperaturwechsel, vielleicht auch gegen zu starke Besonnung. In ersterer Beziehung sind besonders die in den Knospen gewöhnlich sehr zahlreich vorkommenden Drüsenhaare von Bedeutung, welche alle Theile derselben mit einem Ueberzuge von Harz, Gummi oder einem Gemenge beider bedecken.

Nicht selten sind aber auch die Haare von längerer Lebensdauer, oder es bleiben, wenn ihre Zellen auch früher oder später ihr lebendes Protoplasma verlieren, die todten, mit Luft erfüllten Zellstoffgerüste an Stengeln und Blättern erhalten. Selbst in diesem Zustande können sie für das Leben des Gesammtorganismus noch von Bedeutung sein.

Aus dem überreichen Beobachtungsmateriale können hier nur wenige Beispiele herausgegriffen werden, welche zu unserem Thema in näherer Beziehung stehen.

Die matte, graugrüne Färbung der als Zierstrauch

---

*) Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter nebst einigen Bemerkungen, betreffend die physiologische Bedeutung der Buntfärbung derselben (Botan. Centralblatt, XXVIII. (1886), p. 339. Dieser inhaltreichen Abhandlung sind weiterhin noch mehrere andere Thatsachen entnommen.

hochgeschätzten Deutzia scabra und ihrer Verwandten wird durch überaus zierliche Sternhaare verursacht, welche Ober- und Unterseite bedecken. Sie sind streng einzellig, d. h. sie sind Auswüchse einzelner Epidermiszellen. (Fig. 4). Aehnliche Haarbildungen treten in der Familie der Kreuzblüthler (Cruciferen) auf, zu welcher der Goldlack, die Levkoje und andere Zierpflanzen gehören, nur dass hier die Strahlen der Haare der Oberhaut nicht flach aufliegen, sondern sich von ihr erheben und in Zahl und Stellung grosse Unregelmässigkeit zeigen. Bei der silberweissen Salvia argentea besteht die zottige Bekleidung der Blätter aus Haaren, welche sich aus reihenförmig angeordneten Zellen aufbauen. Die untersten, zart-

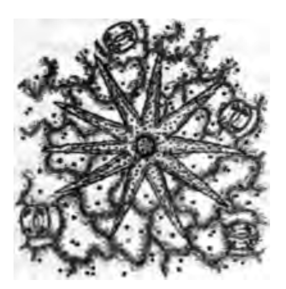


Fig. 4.
Sternförmiges, einzelliges Haar von der Unterseite der Blattspreite von Deutzia scabra. (Thunb.) 175mal vergrössert.

wandigsten dieser Zellen sind, wie bei manchen anderen Pflanzen trockener Klimate, befähigt, Wasser in tropfbar flüssiger Form aufzunehmen*). Die reichste Entwickelung eines Haarfilzes auf den Blättern bietet unter den in Deutschland einheimischen Pflanzen wol die stattliche Kaiserkerze (Verbascum Thapsus).

Sehr häufig treten die Haarbildungen in Form flacher Schüppchen auf, welche sich entweder mit ihrem Rande der Epidermis einfügen oder auf einem Stiele befestigt und dann meist flach über ihr ausgebreitet sind. Ersteres finden wir bei den Farrnkräutern, wo die über Wedelstiele und Nerven vertheilten Spreuschuppen im Alter mehr oder weniger dunkle, bei gewissen Arten tief schwärzlich braune Färbung annehmen, was der Belaubung der an-

*) Vergl. E. Gregory, Comparative Anatomy of the Filz-like Hair-covering of Leaf-organs. Zürich, 1886.

muthigen Pflanzen ein ganz eigenartiges Gepräge verleiht. Gestielte, flach ausgebreitete Schuppen mit sehr regelmässig strahliger Anordnung ihrer Zellen tragen z. B. die Blätter der Oelweide (Elaeagnus angustifolia), des Seedornes (Hippophaë rhamnoides) und des Oelbaumes (Olea europaea). Bei letzterem ist der scharfe Contrast zwischen der tief dunkelgrünen, glänzenden Oberseite des Blattes und seiner silberweissen Unterseite, welcher die schwermüthige Physiognomie des Baumes in erster Linie bedingt, zum grossen Theile der Anwesenheit der kleinen Schüppchen zu verdanken. Solche von etwas complizirterem Bau findet man auf den Blättern der Ananas und der meisten anderen Bromeliaceen. Auch in dieser Familie ist bei einigen Arten der Nachweis geliefert worden, dass die Haare befähigt sind, Wasser aufzunehmen und es den grünen Zellen zuzuführen. In ausgesprochenster Weise gilt dies von der in Westindien heimischen Tillandsia usnoides, einem unscheinbaren Pflänzchen, dessen fadenförmige, mit kleinen Blätterbüscheln besetzte Stengel vom Winde abgerissen, auf weite Strecken fortgeführt und so durch Zufall um Baumzweige geschlungen werden. Die schlaff von ihnen herabhängenden silberweissen Schöpfe erinnern viel mehr an eine Bartflechte als an eine Blüthenpflanze. Da die genannte Pflanze in diesem Zustande vollständig wurzellos ist, muss sie ihren ganzen Wasserbedarf durch die über Stengel und Blätter zerstreuten Schuppenhaare decken*).

Die Drüsenhaare spielen im Leben der Pflanzen zwar im Allgemeinen eine sehr bedeutsame Rolle, bestimmen aber ihre äussere Erscheinung meist in geringerem Grade als die sonstigen Haarbildungen. Doch giebt es von dieser Regel einige sehr hervorstechende Ausnahmen. So sind es zierliche, flache Drüsenschuppen, welche der Unterseite der Blätter unserer stattlichsten deutschen Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) ihre characteristische rostbraune Färbung verleihen (Fig. 5); und wenn wir die Blätter mehrerer als Zierden unserer Gärten bekannten Primeln (z. B. Primula Auricula und P. farinosa) und einiger in Warmhäusern mit Vorliebe gepflegten

*) Vergl. A. F. W. Schimper, Die epiphytische Vegetation Amerikas, 1888, p. 68 ff.

Farnkräuter (Gymnogramme calomelanos, G. sulphurea, Notochlaena nivea etc.) mit weissem, bezw. blassgelbem oder tief goldgelbem Reif bedeckt finden, so verdanken wir dies zahlreichen, sehr einfach gebauten Drüsenhaaren,

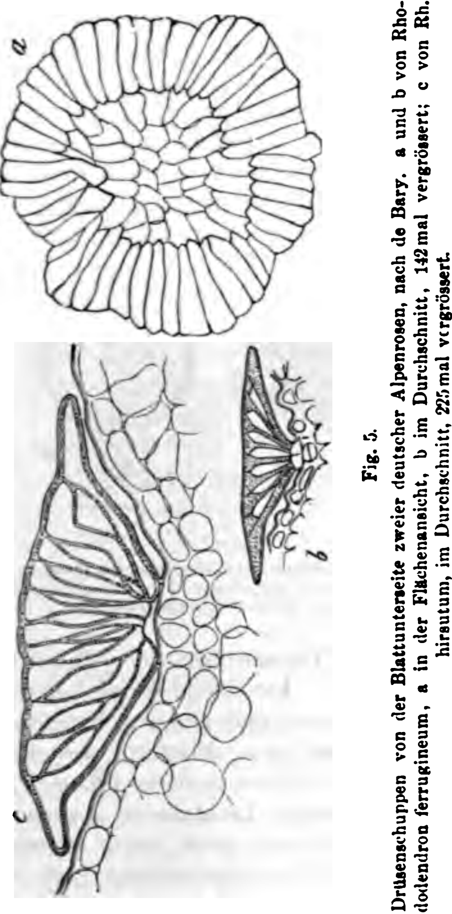


Fig. 5. Drüsenschuppen von der Blattunterseite zweier deutscher Alpenrosen, nach de Bary. a und b von Rhododendron ferrugineum, a in der Flächenansicht, b im Durchschnitt, 142 mal vergrössert; c von Rh. hirsutum, im Durchschnitt, 225 mal vergrössert.

welche aus ihren einzelligen Köpfchen ein harziges Excret in feinen, strahligen Fäden ausscheiden (Fig. 6).

Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man versucht sein, auch die Reifbildung auf der Aussenseite zahlreicher anderer Pflanzen auf dieselbe Ursache zurückzuführen; doch handelt es sich hier fast überall um die Ausscheidung

von Wachs, welches sich von dem durch die Bienen erzeugten in seinen chemischen Eigenschaften nicht wesentlich unterscheidet.

Die Wachsbildung hat für die Function der pflanzlichen Oberhaut eine hohe Bedeutung. Bei Einlagerung in die Aussenmembran steigert das Wachs deren schwere Durchlässigkeit für Wasser in tropfbar-flüssiger und in Gasform. Nicht selten wird es in so grosser Menge erzeugt, dass es aus den Membranen nach aussen hervortritt. Es kann dies in verschiedenen, für die jeweilige Pflanze meist characteristischen Formen geschehen.

Am häufigsten sind Ueberzüge von kleinen Körnchen, welche sparsam oder dicht gedrängt nebeneinanderliegen

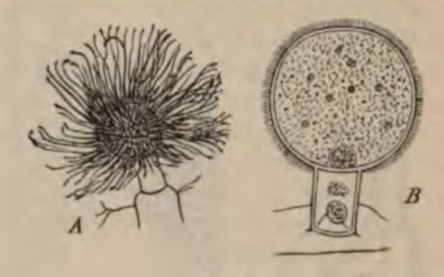


Fig. 6.
Drüsenhaar von der Blattunterseite von Gymnogramme tartarea, nach de Bary. A in frischem Zustande, 142 mal vergrössert; B nach momentaner Einwirkung von kaltem Alkohol, 375 mal vergrössert.

und an erwachsenen Theilen mitunter selbst kleine Haufwerke bilden können. Auf solche Weise kommt der zarte Duft auf reifen Pflaumen und anderen Früchten und der matte Silberglanz auf den Blättern des Kohles, der Schwertlilien und zahlreicher anderer Pflanzen zu Stande. Die hierdurch bedingten Lichteffecte haben auf Maler von Blumen und Stillleben stets einen besonderen Reiz geübt. Bei reichlicherer Abscheidung tritt das Wachs häufig in Form kürzerer oder längerer Stäbchen auf, welche, senkrecht von der Oberfläche entspringend, am Ende sich nicht selten rankenartig einkrümmen. Stehen sie dicht gedrängt nebeneinander, so können sie seitlich miteinander verschmelzen. Beispiele für diese Form bieten insbesondere die Familien der Gräser und der Cannaceen; in hervorstechender Weise findet man sie beim Zuckerrohr (Saccharum officinarum, Fig. 7) und bei Heliconia

farinosa. In anderen Fällen wieder sind es continuirliche Ueberzüge von Wachs, welche die Oberseite bedecken. Beim Dachwurz (Sempervivum tectorum) und auf dem Laube der Lebensbäume (Arten von Thuja) bildet der Ueberzug eine zarte Glasur; auf Stamm und Blättern der Wachspalmen Ceroxylon andicola und Klopstockia cerifera erreichen die Krusten so erhebliche Dicke, dass die Gewinnung von Wachs aus ihnen der Mühe lohnt. Die stattlichen silberweissen Wedel der genannten Palmenarten gehören zu den fesselndsten Erscheinungen unserer Warmhäuser.

Alle bisher erwähnten Fälle matter Belaubung haben, so verschieden sie im Einzelnen sind, das miteinander

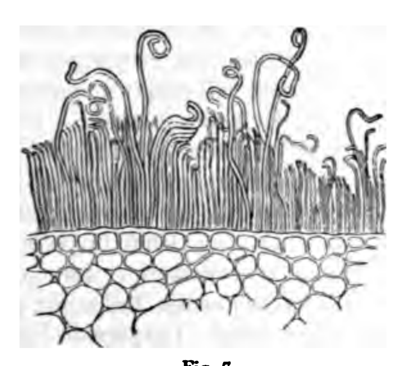


Fig. 7.
Querschnitt durch das äussere Gewebe eines erwachsenen Knotens von Saccharum officinarum, nach de Bary. 142mal vergrössert.

gemein, dass die Abschwächung der grünen Färbung an der Aussenfläche zu Stande kommt. In dem einen Falle sind es Haarbildungen, in dem anderen Wachs- oder Harzausscheidungen, welche das reine Chlorophyllgrün der Assimilationszellen für das Auge mehr oder weniger vollständig verdecken. Die Erscheinung der betreffenden Blätter zeigt das Gemeinsame, dass sie von dem auffallenden Lichte nur einen geringen Theil reflectiren.

Wie verhält es sich nun aber mit jenen weissgebänderten oder weissfleckigen Blättern, deren Lichtspiegelung von der der normalgrünen Blätter nicht erheblich verschieden ist oder dieselbe sogar übertrifft?

Man beobachte z. B. die als Ampelgewächs allverbreitete Tradescantia zebrina. Zu beiden Seiten des

Mittelnerven wird die Blattspreite der Länge nach von zwei breiten, silberweissen Streifen durchzogen, welche bei directer Besonnung einen eigenthümlichen Glanz zurückstrahlen. Dass an den weissen Stellen von Wachsausscheidungen oder Haarbildungen keine Rede sein kann, ergiebt schon der flüchtigste Augenschein. Dass nicht etwa Chlorophyllkörner fehlen, zeigt die gleichmässig grüne Färbung bei durchfallendem Lichte und der Umstand, dass die Blätter ihre Silberstreifen verlieren, wenn sie unter dem entleerten Recipienten einer Luftpumpe mit Wasser injicirt werden. Diese letzte Thatsache im Vereine mit der microscopischen Untersuchung des Blattquerschnittes lässt keinen Zweifel darüber, dass zwischen der Epidermis und dem chlorophyllhaltigen Assimilationsgewebe lufthaltige Zwischenzellräume vorhanden sind, an deren Grenze die Lichtstrahlen gespiegelt werden. Der auf solche Weise erzeugte Silberglanz verdeckt dem Auge das Grün der tieferen Gewebeschichten.

Lichteffecte, welche durch stellenweise stattfindende Ablösung der Epidermis von dem unter ihr liegenden Gewebe hervorgerufen werden, treten vielleicht nirgendwo schöner hervor als bei den Blatt-Begonien. In ihren mannichfaltigen Farbengestaltungen hat der moderne Gartenbau einen seiner schönsten Triumphe gefeiert. Auf einem zwischen Grün und Purpurroth schwankenden Grundtone kommen durch Aufsetzen von Silber- und Broncelichtern auf die zwischen den Nerven hervorgewölbten Facetten Wirkungen zu Stande, wie sie in ähnlicher Verschiedenheit und Vollendung kaum bei einer anderen Pflanzengattung bekannt sind. Jede grössere Gartenbau-Ausstellung giebt Zeugniss von dem, was die Cultur hier geleistet hat.

Für das Zustandekommen eines Silberglanzes, wie Tradescantia zebrina und die Begonien ihn zeigen, ist es übrigens gleichgiltig, ob die spiegelnde Luftschicht sich dicht unterhalb der äusseren Zelllage befindet. Bei Maranta sanguinea und Peperomia ariaefolia, var. sanguinea z. B. liegt sie unterhalb des sich ihr anschliessenden Wassergewebes, welches bei den letztgenannten Pflanzen häufig 4—5 Zellschichten dick ist.

Es bleibt uns nun noch übrig, diejenige Art von Weissfärbung zu betrachten, von welcher der Gartenbau

der Gegenwart für die Schaffung mannichfaltiger Laubschattirungen wol den meisten Gebrauch macht. Fast will es uns bedünken, als ob hierin des Guten etwas zu viel geschähe und als ob diese Geschmacksrichtung einen ebenso krankhaften Character trüge, wie die Erscheinung, deren sie sich bemächtigt hat. Will die Landschaftsgärtnerei den Ehrennamen einer Kunst verdienen und nicht zur Effecthascherei herabsinken, so darf sie das hohe Vorbild der Natur nicht aus den Augen verlieren. Die Natur aber erzeugt weissfleckige und weissberandete Laubblätter nur gelegentlich und sparsam. Nirgendwo greifen solche Pflanzen bestimmend in die Physiognomie des natürlichen Landschaftsbildes ein.

Kaum giebt es eine ihres Blätterschmuckes wegen cultivirte Pflanze, bei welcher die Gärtner sich nicht einer gelegentlich auftretenden „Panachüre" bemächtigt hätten, um sie durch Zuchtwahl zu fixiren. Jedermann kennt die Eichen, Rüstern, Ahornbäume, deren Laubblätter zum kleineren oder grösseren Theile das normale Grün mit blasserer Färbung oder reinem Weiss vertauscht haben. Ihnen gesellen sich Epheu, Immergrün, das Bandgras (Phalaris arundinacea) und zahlreiche perennirende Stauden zu. Schon die Untersuchung mit blossem Auge zeigt, dass es sich in allen diesen Fällen um eine von den früher besprochenen sehr verschiedene Erscheinung handelt; — die bleichen Stellen werden im durchfallenden Lichte nicht grün. Microscopische Prüfung erweist Fehlen der Chlorophyllkörner an Stellen, wo solche in normalgrünen Blättern vorhanden sind. Da das chlorophyllfreie Gewebe von lufthaltigen Intercellularräumen durchsetzt ist, muss infolge der unregelmässigen inneren Spiegelung und Zerstreuung der Lichtstrahlen das annähernd reine Weiss entstehen, wie solches nicht selten zu beobachten ist. Uebrigens sind die extremen Fälle durch Uebergänge nicht nur an verschiedenen Blättern, sondern auch an derselben Blattspreite verknüpft. Am Rande der bleichen Stellen ist der Chlorophyllverlust häufig kein vollständiger, und es entsteht so ein abgetönter, blassgrüner Rahmen um das weisse Feld.

Unter dem Namen der „Panachirung" wird gewöhnlich auch jene Farbenabweichung begriffen, bei der die Laubblätter normalgrüner Pflanzen gelbfleckig sind. In

freier Natur tritt diese Erscheinung noch seltener auf als die vorige; doch hat sie unter der Hand des Gärtners bei manchen Arten eine grosse Beständigkeit gewonnen. Ich brauche nur an die allverbreitete Aucuba japonica zu erinnern, von der man in den Gärten nur selten noch ein rein grünes Exemplar zu Gesicht bekommt; ferner an Abutilon Thompsoni, welches infolge seiner Neigung zur Panachirung der Blätter zu interessanten Versuchen über Pfropfbastarde Veranlassung gegeben hat. Unter den Ziersträuchern der Parkanlagen ist in erster Linie die goldgelb belaubte Form des Flieders (Sambucus nigra) zu nennen; unter den Bewohnern der Warmhäuser die jetzt hochmodernen gelbfleckigen Croton-Arten.

An allen gelben Stellen ist der grüne Chlorophyllfarbstoff durch einen gelben Farbstoff ersetzt. Wahrscheinlich ist derselbe identisch mit dem der herbstlich gefärbten Blätter. Die Protoplasmakörper, welche dem veränderten Farbstoff als Substrat dienen, haben an Schärfe ihres Umrisses eingebüsst.

Bemerkenswerth ist noch, dass an gelben ebenso wie an weissen Stellen das Blattgewebe gewöhnlich eine geringere Dicke zeigt, als an normalgrünen Stellen. Es kann dies entweder nur durch eine geringere Grösse der Zellen oder ausserdem noch durch eine geringere Zahl von Zellschichten bedingt sein.

Was wir im Obigen an Abweichungen von der rein grasgrünen Färbung kennen lernten, ist, wie des Näheren ausgeführt wurde, in der Mehrzahl der Fälle durch eigenartige Beschaffenheit der Oberfläche oder abnormes Auftreten von spiegelnden Lufträumen bedingt oder endlich dadurch, dass die Bildung des Chlorophyllfarbstoffes stellenweise unterbleibt, oder dass ein gelber Farbstoff an seine Stelle tritt.

Die Mittel, über welche die Natur verfügt, um die malerische Wirkung der oberirdischen Laubtheile möglichst mannichfaltig zu gestalten, sind hiermit aber nicht erschöpft. Neben den Abstufungen nach Gelb und Weiss hin und zum Theil mit ihnen zusammen treten auch rothe Farbentöne in verschiedenen Graden der Reinheit auf. Verursacht werden dieselben durch mehrere nahe verwandte, im Zellsaft gelöste Farbstoffe, welche gemeinhin unter dem Namen „Anthocyan“ zusammengefasst werden.

Wenn die warmen Strahlen der Frühlingssonne die Winterknospen öffnen, lassen die jungen, ihre Hüllen abstreifenden Laubsprosse noch Nichts von der späteren Frische ihres Grüns wahrnehmen. Die kleinen, zusammengefalteten oder eingerollten Blattspreiten und die in Streckung begriffenen Stengelglieder sind blass und unansehnlich. Das spärliche Chlorophyll verschwindet nicht selten gänzlich unter dem Flaum einer zarten Haarbekleidung.

Sind die jungen Organe so weit aus der Knospe hervorgeschoben, dass die Sonne sie ungehindert bestrahlen kann, so tritt Umfärbung ein, aber nicht immer sofort in das Grün der erwachsenen Belaubung. Die Stengelglieder und Blätter lassen häufig ein blasses oder dunkles Roth durchschimmern.

Bei den verschiedenen Holzgewächsen und Stauden gewahrt man hierin mancherlei Abstufungen, und diese Mannichfaltigkeit der Färbungen trägt nicht wenig bei, das Frühlingsbild zu beleben. Von ansehnlicheren perennirenden Stauden zeigen Paeonia officinalis, die Rhabarber-Arten, Spiraea japonica u. a. m. an ihren jungen Laubblättern ganz besonders lebhafte Rothfärbung. Unter den Laubbäumen sind unter anderen Acer dasycarpum und Populus nigra durch ihre röthlichen Triebe schon auf weite Entfernung kenntlich.

Erwägt man, dass auch Keimpflanzen sehr häufig eine röthliche Färbung annehmen, während erwachsene Pflanzen derselben Art rein grün sind, dass später noch häufig die jungen Blätter kräftig fortwachsender Sprosse bei Besonnung röthlich gefärbt oder von röthlichen Nebenblättern umhüllt sind, so erscheint es naheliegend, in dem rothen Farbstoffe einen Schirm gegen die Wirkung allzu intensiven Lichtes bestimmter Qualität zu sehen. Hiermit stimmt die interessante Thatsache überein, dass gewisse Pflanzen, wenn sie auf sehr sonnigen Standorten wachsen, wie zahlreiche Bewohner der Hochalpen und des Mittelmeergebietes, in ihren peripherischen Geweben reichlich Anthocyan bilden, während dieselben Pflanzen im Schatten ganz oder nahezu grün erscheinen. Von Kerner*) ist durch Aussaaten verschiedener Pflanzen der Ebene in seinem über 5000 Fuss hoch gelegenen Tiroler Versuchsgarten

*) Pflanzenleben, I. (1887), p. 365.

festgestellt worden, dass nur solche Arten sich den neuen Standorten accommodirten, welche die Fähigkeit besassen, sich durch reichliche Anthocyanbildung oder auf anderem Wege gegen die stärkere Lichtwirkung zu schützen.

Welcher Art die Schädlichkeit der Lichtwirkung ist, kann nach den vorliegenden Untersuchungen keineswegs als festgestellt gelten. Bei den angeführten Beispielen wird man, wie dies auch mehrseitig geschehen ist, zunächst an eine besondere Schutzbedürftigkeit des Chlorophyllfarbstoffes denken, da sehr intensives Licht denselben bei Zutritt von Sauerstoff zerstört. Doch verlangen gewisse Thatsachen eine andere Erklärung. So sehen wir bei vielen Pflanzen chlorophyllarme Internodien und Blattstiele bei intensiver Beleuchtung an der Oberseite roth, an der Unterseite blassgrün, während die an Chlorophyll viel reicheren Blattspreiten derselben Art den Sonnenstrahlen, ohne Schaden zu nehmen, preisgegeben sind. Auch ist es eine nicht seltene Erscheinung, dass an Blattspreiten die Nerven roth, die von ihnen umrahmten Felder dagegen, welche das Assimilationsgewebe enthalten, rein grün sind, wie gewöhnlich bei der Rhabarberpflanze. Dies spricht eher dafür, dass eine oder mehrere, in den Leitbündeln wandernde plastische Substanzen eines Lichtschutzes bedürfen.

Die Bedeutung des Anthocyans ist wol sicher eine mehrseitige; denn es findet sich dasselbe nicht selten an der Unterseite von Blättern, deren Oberseite rein grün ist. Beispiele hierfür bieten vor Allem eine Anzahl Wasserpflanzen, wie die Victoria regia, die einheimischen Nymphaeaceen und Hydrocharis Morsus ranae. Das gleiche Vorkommen wird häufig an Blättern von Landpflanzen schattiger Standorte beobachtet. Allbekannt sind unter diesen das Leberblümchen (Hepatica triloba) und das Alpenveilchen (Cyclamen europaeum). Von einem Schutze gegen übermässige Lichtwirkung kann hier natürlich nicht die Rede sein. Ob die Ansicht Kerner's die richtige ist, dass in diesen und manchen anderen Fällen die Bedeutung des Anthocyans darin besteht, dass es leuchtende Strahlen in Wärme umsetzt, kann nur durch sorgfältig angestellte Versuche entschieden werden.

Man wird sich leicht vorstellen können, welch' mannichfaltige und reizvolle Farbenwirkungen zu Stande

kommen müssen, wenn Anthocyan und Chlorophyll zusammenwirken, und wie verschieden dieselben ausfallen werden, je nachdem das eine oder das andere vorherrscht. Treten dann noch die zahlreichen Mittel hinzu, über welche die Pflanzen verfügen, um die Aussenfläche der Blätter mit hellerem oder matterem Glanze zu schmücken, so ergeben sich die überraschendsten Effecte. Es kann deshalb nicht Wunder nehmen, wenn die Gartenkunst bestimmter Pflanzen sich mit besonderer Vorliebe bemächtigt hat, um die Rothfärbung, wo sie als Spielart in etwas stärkerem Maasse hervortrat, durch Auswahl zu befestigen, zu steigern oder abzuändern. Ein Park ohne Blutbuchen scheint uns kaum noch denkbar zu sein. Gruppen von Blattpflanzen, in denen zwischen dem hellen, zierlichen Laube des Hanfes und den langen Schilfblättern der Maisstauden der stattliche Ricinus mit tief bräunlicher Belaubung fehlt und die nicht von Perilla nankinensis oder einem buntblätterigen Coleus eingefasst sind, würden ihres schönsten Schmuckes entbehren. Und was würde gar aus der zur Zeit mit übertriebenem Eifer gepflegten Teppichgärtnerei werden, wenn die Alternantheren, Iresinen und ähnliche Pflanzen nicht mehr zur Verfügung ständen? Bei Entstehung der rothblätterigen Cultur-Varietäten ist es wie mit so vielen anderen Spielarten gegangen. Eine Eigenschaft, mit welcher die Natur den Organismus ursprünglich zu seinem Vortheil ausgerüstet hatte, ist, der herrschenden Geschmacksrichtung folgend, durch Zuchtwahl im Uebermaasse ausgebildet worden. Der ursprüngliche Nutzen kann dabei geringer geworden, oder vollkommen verloren gegangen, ja selbst in das Gegentheil umgeschlagen sein.

Betreffs der Vertheilung des Anthocyans in den Geweben mögen nur einige der wichtigeren Vorkommnisse Erwähnung finden, soweit dieselben für die äussere Erscheinung der betreffenden Laubtheile von Bedeutung sind.

Nicht selten ist der rothe Farbstoff auf die chlorophyllfreie oder chlorophyllarme Oberhaut beschränkt. Je nach der Concentration der rothen Lösung kommt das Chlorophyll des Assimilationsgewebes mehr oder weniger zur Geltung, und die Farbentöne stufen sich dementsprechend von schmutzigem Grün bis zu tiefdunklem Braunroth ab. Beispiele bieten die Blätter der Blutbuche,

des Bluthasels, der Blutahorne. Oder es ist die Oberhaut farblos, und das Anthocyan färbt den Zellsaft der Assimilationszellen, welche zu gleicher Zeit in ihrem Protoplasma Chlorophyllkörner führen. Dieses Verhalten ist beobachtet bei der braunrothen Berberitze und bei Dracaena ferrea. Ein anderer, sehr häufiger Fall endlich ist der, dass rother Farbstoff sowohl in der Oberhaut als in den inneren Geweben vorhanden ist. Bekannte, durch besonders lebhafte Rothfärbung ausgezeichnete Gattungen sind Iresine, Alternanthera und Coleus.

Es ist ohne Weiteres begreiflich, dass, je nachdem das ganze Gewebe eines Blattes oder nur einzelne Theile den Anthocyanfarbstoff enthalten; je nachdem die rothgefärbten Schichten mehr oder weniger tief unterhalb der Epidermis liegen; — je nachdem dieselben continuirlich oder unterbrochen sind; — je nachdem Zellschichten von grösserem oder geringerem Chlorophyllgehalt ihnen übergelagert sind, sehr verschiedene Farbentöne zu Stande kommen müssen. Treten hierzu noch die mannichfachen Ursachen, welche den Silberglanz der Blätter bedingen, wie Papillen, reichliche Haarbildungen, Wachsausscheidungen oder lufthaltige Intercellularräume, so werden die wunderbarsten Lichteffecte erzielt. In grösster Mannichfaltigkeit finden wir dieselben wol bei den Blatt-Begonien.

Einen ganz anderen Character als die Rothfärbungen tragen die meisten Blaufärbungen der Laubblätter. Nur selten werden dieselben durch einen im Zellsaft gelösten Farbstoff hervorgerufen, wie an den Stützblättern von Melampyrum nemorosum oder Salvia Horminum; meist gehören sie der Oberfläche an, und es ist mit ihnen ein schimmernder Metallglanz verbunden. Nirgend tritt derselbe herrlicher hervor, als bei Selaginella laevigata und S. caesia, zwei hervorragenden Zierden der Warmhäuser. In bescheidenerem Maasse zeigen ihn die Blätter sehr zahlreicher, in unserer Flora einheimischen oder in unseren Gärten acclimatisirten Pflanzen, wie die des wilden Weines (Ampelopsis quinquefolia), des Flieders (Sambucus nigra), des falschen Jasmins (Philadelphus coronarius), der Georgine (Dahlia variabilis), des Gundermanns (Glechoma hederacea). Schattiger Standort scheint im Allgemeinen Hervortreten des blauen Metallglanzes zu begünstigen.
[illegible]ei gewissen Meeresalgen (Chondriopsis

coerulescens, Cystoseira-Arten) mit grosser Lebhaftigkeit auftretende Farbenerscheinungen durch die Anwesenheit eigenartiger Inhaltskörper in den Zellen bedingt sind, liegt bei den hierher gehörigen Landpflanzen der Sitz des blauen Metallglanzes zweifellos an der Aussenfläche der Oberhaut. Es erhellt dies daraus, dass die Erscheinung beim Eintauchen der Blätter in Wasser schwindet oder sich doch abschwächt. Wahrscheinlich sind es Interferenzfarben, welche durch Lichtspiegelung an der vorderen und hinteren Seite des zarten, die Oberhaut überziehenden Korkhäutchens, der Cuticula, zu Stande kommen, also Lichteffecte gleicher Art, wie die bekannten Farben der Seifenblasen. Auffallend bleibt hierbei allerdings das Vorherrschen des blauen Glanzes an den erwachsenen Blättern; denn die Gleichheit der Farbe würde eine übereinstimmende Dicke der Cuticula voraussetzen. An jungen Blättern kommen freilich auch andere Farbentöne vor, wie dies z. B. bei Selaginella laevigata und Ampelopsis quinquefolia leicht zu beobachten ist.

Mit den beschriebenen Vorkommnissen dürfte die Mannichfaltigkeit der Farbenwirkungen der voll entwickelten Belaubung in der Hauptsache erschöpft sein. Es erübrigt nur noch, zu sehen, welche Aenderungen der Entwickelungszustand und die Jahreszeit in den Laubfärbungen hervorrufen.

Wir sahen oben, dass die Laubsprosse erst durch mehrere Stufen der Umfärbung zu jener Erscheinung gelangen, welche sie im Zustande voller Ausbildung zeigen. Nicht minder augenfällig sind die Farbenänderungen, welche die Blätter der sommergrünen, ausdauernden Gewächse im Herbste vor ihrem Absterben, und die Blätter der immergrünen Gewächse im Winter, zur Zeit der Vegetationsruhe, erfahren.

Bevor die rauhen Herbstwinde unsere Laubhölzer ihres Blätterschmuckes entkleiden, hat derselbe sich erheblich geändert. Das frische Grün ist geschwunden, und an seine Stelle ist bei den meisten Arten ein schmutziges Gelb oder Gelbbraun getreten. Der Chlorophyllfarbstoff hat sich beim Absterben des Blattgewebes in das Xanthophyll verwandelt, welches ebenso wie jenes in Alkohol und Aether löslich ist, aber keine Fluorescenz zeigt.

Unter der grossen Masse von Holzgewächsen, welche diese trübe Herbstfärbung zeigen, stechen einzelne hervor,

deren Blätter vor dem Abfallen sich mit Purpurroth oder Braunroth schmücken. Am bekanntesten ist wol die herbstliche Laubfärbung beim wilden Wein (Ampelopsis quinquefolia). Von Bäumen sind hier vor allen eine Anzahl Eichen, wie Quercus rubra und coccinea und der nordamerikanische Essigbaum (Rhus typhina) zu nennen; unter den Sträuchern fallen eine Anzahl Spiraea-Arten und die pontische Azalee in die Augen. Waren diese schon während des Frühlings und Sommers durch ihre Blüthenpracht eine Zierde des Gartens, so tragen sie nun auch in wirksamster Weise bei, das Bild der Herbstlandschaft zu beleben.

Reiner noch als die Laubblätter zeigen die Umfärbung des Chlorophyllfarbstoffes in Roth zahlreiche Früchte. Als leicht zugängliche Beispiele seien die Früchte der Rosen, des Weissdornes, der Vogelbeere und vieler Solanaceen, wie des spanischen Pfeffers und des als Topfgewächs beliebten Solanum Capsicastrum, genannt. Bei den Früchten besitzt diese Erscheinung eine wichtige biologische Bedeutung. Die Vögel werden durch die zwischen dem Laube oder an den entblössten Zweigen hervorleuchtenden Früchte angelockt. Nachdem sie die saftige Mahlzeit verspeist haben, sind sie unbewusst die Werkzeuge, um die Samen, mit einer Beigabe von Dungstoffen ausgerüstet, an geeignete Standorte zu verbreiten.

Bei den Blättern mit rother Herbstfärbung sind die Plasmakörper, welche dem rothen Farbstoff (Erythrophyll) als Grundlage dienen, rascher Zerstörung preisgegeben. Bei den oben genannten Früchten hingegen erhalten sie sich längere Zeit und erfahren vor der Fruchtreife häufig sehr auffällige Formänderungen.

Nicht ganz so in die Augen stechend, wie die herbstlichen Blattfärbungen sommergrüner Holzgewächse, sind die winterlichen Färbungen immergrüner Gewächse. Entweder bestehen sie darin, dass bei eintretender Kälte das freudige Grün des Sommers mehr oder weniger vollständig durch einen schmutzig-gelben bis bräunlichen oder röthlichen Ton ersetzt wird, wie dies bei einer grossen Zahl von Nadelhölzern, besonders Cupressineen, und beim Buchsbaum der Fall ist. Oder die Umfärbung hat einen Stich in's Violette und lässt aus dem Innern des Assimilationsgewebes durch einen röthlichen Schirm

das Chlorophyllgrün in verschiedener Deutlichkeit durchschimmern. Bekannte Beispiele bieten der Epheu, die Dachwurz (Sempervivum tectorum), zahlreiche Sedum-Arten, besonders Sedum album und die als Zierstrauch verbreitete Mahonia Aquifolium. Nicht nur an verschiedenen Exemplaren derselben Art, sondern auch an verschiedenen Blättern desselben Stockes kann die winterliche Färbung in ungleicher Deutlichkeit ausgeprägt sein. Mit dem Frühling kehrt in allen diesen Fällen die grüne Farbe wieder zurück. Auch im Winter kann man das Wiederergrünen künstlich dadurch erreichen, dass man ganze Pflanzen oder abgeschnittene Sprosse in's warme Zimmer bringt; nur muss man Sorge dafür tragen, dass die Temperatur allmählich gesteigert wird.

Nach den neueren Untersuchungen liegen den winterlichen Färbungen immergrüner Laubblätter dreierlei verschiedene Processe zu Grunde.

Die Gelbfärbung, wie sie besonders bei zahlreichen Coniferen auftritt, ist eine Folge der Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffes durch das Licht; die Blätter werden nur an solchen Stellen gelb, wo sie nicht beschattet sind. Im Innern dicht belaubter Exemplare sind sie auch bei sehr niederen Temperaturen freudig grün.

Die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffes findet allerdings nicht nur zur Winterszeit statt; im Sommer ist sie sogar eine ausgiebigere; doch wird sie bei den höheren Temperaturen durch reichliche Neubildung des grünen Farbstoffes voll aufgewogen, während bei der Winterkälte eine Neubildung nicht oder nur in geringem Maasse stattfinden kann.

Während die Gelbfärbung schon an kälteren Herbsttagen eintritt, wo das Thermometer den Nullpunkt noch nicht erreicht, sind die tiefer dunkelbraunen Töne an den Eintritt des Frostes gebunden. Die microscopische Untersuchung erweist das Auftreten rother Körnchen in den Chlorophyllkörnern, deren grüner Farbstoff entweder erhalten bleibt oder mehr oder weniger verloren geht. Das Verhältniss des Lichtes zu diesen Erscheinungen ist noch nicht vollständig klar gelegt.*)

*) Vergl. besonders A. F. W. Schimper, Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde (Jahrb. f. w. Bot., XVI. (1885), p. 171).

Besser ist dies bei der ausgesprochenen Roth- bis Violettfärbung der Fall, wie sie der Epheu und Mahonia Aquifolium zeigen. Ursache derselben ist die Bildung gelösten Anthocyans im Zellsaft. Der Farbstoff kann entweder auf die Oberhaut allein beschränkt sein (Spiraea Filipendula, Lamium purpureum); oder er kann sich ausserdem in chlorophyllhaltigen Mesophyllzellen finden (Sempervivum tectorum, Fragaria vesca); oder er kann in letzteren allein enthalten sein (Hedera Helix). Innerhalb der bezeichneten Gewebezonen finden sich sehr gewöhnlich einzelne Zellen oder Zellgruppen, in welchen die Rothfärbung ganz ausgeblieben ist.

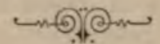
Auch solche Holzgewächse, deren Blätter nur bis zum Ende des Winters ausdauern, wie Ligustrum vulgare, Calluna vulgaris und Crataegus Pyracantha, erleiden vor ihrem Abfallen noch die winterliche Violettfärbung.

Wie sehr dieselbe in allen Fällen vom Lichte bedingt ist, zeigen solche Blätter, welche zum Theil von anderen bedeckt werden. Ihre beschatteten Partieen sind deutlich grün.

Dass die dreierlei Ursachen der winterlichen Färbung nicht immer streng gesondert sind, sondern gelegentlich nebeneinander vorkommen, wird nicht Wunder nehmen. Am häufigsten kommen Gelb- und Braunfärbung gemeinschaftlich bei derselben Pflanze vor, wie beim Eibenbaum (Taxus baccata), dem Lebensbaum (Thuja occidentalis) und dem Buchsbaum (Buxus sempervirens). Anthocyanbildung in gebräunten Blättern ist beim Wachholder (Juniperus vulgaris) und dem Eibenbaum beobachtet worden.

* * *

Wir haben im Vorstehenden gesehen, welche Mittel der Pflanzenwelt zu Gebote stehen, um die reichen Farbenwirkungen ihrer Belaubung zu erzielen und durch sie auf die Landschaftsbilder belebend einzuwirken. Auch hier zeigt sich wieder, wie die Natur mit Kleinem Grosses zu erreichen vermag.



Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche naturwissenschaftliche Abhandlungen.

—⇥ Heft 11. ⇤—

Ueber das

Causalitätsprincip der Naturerscheinungen

mit Bezugnahme auf

Du Bois-Reymonds Rede: „Die sieben Welträthsel“.

Von

Dr. Eugen Dreher,
weil. Dozent an der Universität Halle.

Sonder-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1890.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

I.

Je mehr unser Verlangen, den Grund der Erscheinungen und der Dinge zu erforschen, gereift ist, um so mehr stellt es sich als eine unabweisbare Forderung der Organisation unseres Denkens heraus, dass wir für Alles Geschehen einen hinreichenden, es bestimmenden Grund verlangen, so dass nach unserem logischen Glaubensbekenntnisse dieselbe Ursache stets dieselbe Wirkung im Gefolge haben muss. Längst hat sich der Naturforscher in seinem Gebiet daran gewöhnt, diesen strengen Causalnexus bei allen Phänomenen vorauszusetzen, und betrachtet es als das Ziel seiner Wissenschaft, die Nothwendigkeit der Erscheinungen aus den von ihm aufgestellten Hypothesen nachzuweisen. Selbst dort, wo die beobachteten Thatsachen wegen grosser Verwickelung auf ein mehr oder minder willkürliches Walten der Natur hinzudeuten scheinen, verschmäht es der Naturforscher, sich philosophischen Träumereien von einem Beseeltsein und einer Selbstbestimmung der Materie hinzugeben, und sucht als ruhenden Pol den unverbrüchlichen Causalnexus in der Erscheinungen Flucht.

So forscht er nach der gleichen Kraftgrösse von Ursache und Wirkung, überzeugt davon, dass im Haushalte der Natur die einmal vorhandene Kraftsumme weder eine Vermehrung, noch eine Verminderung erfahren kann, da weder für das Eine, noch für das Andere ein annehmbarer Grund vorliegt. Unter Ursache versteht er hierbei alle die Factoren, welche in ihrer Gesammtheit ein Geschehen bedingen, nicht, wie es der Sprachgebrauch mit sich bringt, den Anlass, den zeitlich letzten Factor also, der eine Veränderung einleitet.

Indem sich so der Naturforscher daran gewöhnt hat, den zeitlichen Zusammenhang der Ereignisse dem strengen

Causalitätsgesetze zu unterwerfen, erblickt er in dem rotirenden Weltennebel Kants die den heutigen Zustand der Dinge bestimmende Ursache und in dem dereinstigen Aufhören aller Bewegung, in der Todesstarre der gesammten Natur nach Carnot, oder in dem einst auftretenden Weltenbrande nach Falb die nothwendige Folge der gegenwärtigen Beschaffenheit der Atome und ihrer Kräfte. Die Vergangenheit birgt für ihn so der Anlage nach schon die Gegenwart, und in dieser liegt im Keime die Zukunft. Die Zeit dient hierbei allein zur Verwirklichung der in allen ihren Bestimmungsstücken schon im ursprünglichen kreisenden Atomchaos gegebenen Weltevolution.

Will man sich eine Anschauung im Kleinen von diesem grössten aller Schauspiele machen, so vergegenwärtige man sich den durch die Mechanik des Räderwerkes bedingten Gang einer Uhr. Will man sich jedoch eine tiefere Einsicht von der Mechanik der Weltbühne verschaffen, so denke man an das Gesetz von dem Parallelogramm der Kräfte, welches jedem Atom in einem bestimmten Zeitdifferential eine bestimmte Bewegung vorschreibt, so viele Anstösse auch auf dasselbe einwirken mögen, und welches demgemäss verlangt, dass in einem bestimmten Zeitmoment jedes Atom seine bestimmte Stelle im Raume einnimmt. Ob hierbei später in weit entfernten Zeiträumen die bewegenden Kräfte sich in ihrer Wirkung so neutralisiren werden, dass, wie vorher schon angedeutet, die Materie zur endlichen Ruhe verurtheilt ist, oder ob das Aufeinanderplatzen der Weltkörper eine unermessliche Wärme erzeugt, die den ursprünglichen Weltennebel von Atomen wiederherstellt, und so das Spiel des Weltperpetuum mobile von neuem beginnt, oder ob irgend eine andere Ansicht über den jüngsten Tag unserer Weltentwickelung Recht hat, kann uns hier gleichgültig sein.

Es genügt hier zu wissen, dass im Flusse der Erscheinungen, soweit das geistige Auge rück- und vorwärts zu blicken vermag, unabänderliche Gesetze alles Geschehen bis in die geringfügigsten Einzelheiten hinein in ihren Dienst nehmen. — Wie verträgt sich aber mit dieser streng deterministischen Ansicht von dem zeitlichen Zusammenhange der stofflichen Vorgänge die Auffassung, die wir von unserem Willen hegen, nach welcher dieser in die Welt der Materie eingreift und diese bis zu einem gewissen Grade willkürlich abändert?

Von welcher Wichtigkeit diese Frage für den Naturforscher ist, zeigt in einleuchtendster Weise die von du Bois-Reymond gehaltene akademische Rede „Die sieben Welträthsel“, in welcher das Problem der Willens-

freiheit den Schwerpunkt bildet und in ebenso fesselnder wie lehrreicher Weise vom Standpunkt unserer modernen Naturwissenschaft eingehend behandelt wird. Der viel belesene Autor, welcher in einer mustergültigen historischen Einleitung der alten Streitfrage des „arbitrium liberum“ gedenkt, weist zuerst nach, dass in der hellenischen Philosophie der Begriff von Freiheit und Nothwendigkeit keine scharfe Herausbildung erfahren hat. Hierfür sprechen unseres Erachtens recht entscheidend mit die Thatsachen: dass die Eleaten und Heraklit ihrem Systeme gemäss zu keiner klaren Vorstellung von der Causalität gelangen konnten, dass ferner die „Atomiker“, trotz ihres consequenten Denkens die Nothwendigkeit nicht in ihre, die Welt bildenden Atome verlegten, sondern sie ausserhalb dieser Einzelwesen suchten. Auch der auf der Lehre der „Atomiker“ fussende Epikur gestattet seinen Atomen, in ihrer Bewegung ein wenig von der senkrechten Richtung abzuweichen, um Spielraum für die Willensfreiheit zu gewinnen. Desgleichen sind die Stoiker nicht im Stande, ihre Alles beherrschende, von Aristoteles übernommene Zweckmässigkeitslehre, namentlich aber ihre Moralphilosophie mit der von ihnen gemachten Annahme einer Alles umfangenden Nothwendigkeit in Einklang zu bringen. —

Alsdann zeigt du Bois-Reymond, wie das christliche Mittelalter in dem aufgeworfenen Problem der Selbstbestimmung nur einen Schisma erregenden Erisapfel erkannte, bestimmt dazu, sich dafür zu entscheiden: ob Gott aus Liebe zu seinen Creaturen darauf verzichtet habe, in Anbetracht der Gefühle, Gedanken und Handlungen dieser seiner Geschöpfe allweise zu sein. Im Anschluss hieran bemerken wir noch, dass die Scholastiker das Problem der Willensfreiheit nicht ganz allein vom religiösen Standpunkte auffassten, wie dies das mit Recht oder Unrecht dem Buridan zugeschriebene Beispiel von dem Esel beweist, der zwischen zwei Bündeln Heu, die seine Fressbegierde gleich stark anstacheln, verhungern muss, weil kein Grund vorhanden ist, warum er sich dem einen oder andern Bündel zuwenden soll, eine Frage, die schon in anderer Form von Aristoteles in seiner Schrift: „de coelo“ aufgeworfen ist. — Buridan erklärt das angeregte Problem, auf den Menschen bezogen, für unlösbar, weil die deterministische Auffassung gegen das Sittengesetz, die indeterministische aber gegen die Theorie verstosse. — Wenn mithin den Scholastikern, resp. den Kirchenvätern, auch nicht jede philosophische Ader abgesprochen werden kann, wie, abgesehen von dem vorliegenden Probleme, der Streit um

Realismus und Nominalismus, um Creatianismus und Traducianismus beweist, so muss doch unbedingt zugestanden werden, dass es der christlichen Pseudophilosophie nicht darum zu thun war, aus dem Denken Wahrheit zu schöpfen, sondern die Philosophie als „Dienerin" der Religion zu gebrauchen, um diejenigen Wahrheiten vernunftgemäss zu begreifen, welche das Christenthum, dem Glauben allein verständlich, lehrt. — Schliesslich weist der Redner auf den schon sehr geklärten Causalitätsbegriff bei Leibniz hin, welchen dieser universelle Philosoph nach unserer Meinung dem Studium von Giordano Bruno's Schriften mit verdankt, in welchen dieser kühne Denker den Versuch macht, Freiheit und Nothwendigkeit durch die Annahme auszusöhnen, dass nur äusserer Zwang als Nothwendigkeit empfunden werde, während ein aus der Seele quellender Trieb als Freiheit erscheine. Dass diese Annahme, die ebenso überraschend wie bestechend klingt, doch durchaus unhaltbar ist, soll hier schon — wir werden später auf sie zurückkommen — durch den Hinweis auf die Erfahrung widerlegt werden, welche unverkennbar lehrt, dass sich jede Nöthigung, gleichviel ob sie unangenehmer oder angenehmer Natur ist, ob sie von Innen oder Aussen herrührt, von dem Ich als Zwang empfunden wird und das Gefühl der Willensfreiheit nur dort eintritt, wo wir eine Entscheidung zu treffen haben. — Nachdem du Bois-Reymond die ethische Seite dieses Problems erörtert und hervorgehoben hat: wie unerträglich peinlich für den philosophischen Kopf der Gedanke ist, „dass wir nur deshalb nicht Verbrecher wurden, weil Andere für uns die schwarzen Loose zogen, die auch unser Theil hätten werden können," ein Gedanke, welcher den Brodgelehrten, weil er ihn in seiner ganzen Tragweite nicht zu fassen vermag, kalt lässt, erklärt er doch den Schluss als solchen auf das völlige Bestimmtsein unseres Willens durch vorangegangene Einflüsse auf Grund der unabwendbaren Nothwendigkeit aller materieller Vorgänge für durchaus gerechtfertigt. Hierbei vergisst jedoch der gewissenhafte Forscher nicht, wie wir dies später noch eingehender erörtern werden, auf die Erfahrung hinzudeuten und das Gefühl der Willensfreiheit, welches wir selbst dann noch haben, wenn die verworrensten Traumgestalten unser Bewusstsein umnachten, als unversöhnbar mit der rein theoretisch erschlossenen Nothwendigkeit unseres Willens hinzustellen. Auch zieht du Bois-Reymond in Zweifel, ob die geistigen und materiellen Prozesse derselben Wurzel entspringen, resp. Ein und Dasselbe sind, weil aus der Lagerung der Atome kein Bewusstsein hergeleitet werden kann, ein

Umstand der ihn dazu bewegt: die Möglichkeit der Willensfreiheit, als in das Reich des Geistigen fallend, zuzugeben.

Mit gleichem Rechte verwirft du Bois-Reymond die mathematischen Spielereien eines Boussinesq, welche dazu dienen sollen, die Annahme der strengen Causalität der materiellen Prozesse dadurch in Zweifel zu ziehen, dass ein durch Nichts motivirtes, Richtung gebendes Prinzip den Lauf der Ereignisse beeinflussen soll. Auch die Hypothese von Cournot und de Saint-Venant, nach welcher die von dem Willen bewirkte Innervation sich mit einer Energie = 0 vollzieht, erklärt du Bois-Reymond für unhaltbar, da zur Ausführung jeder Bewegung, also auch zur Auslösung jeder Kraftleistung unseres Körpers, Kraft, mag sie auch noch so gering sein, erforderlich ist. In gleicher Weise ist auch der Wille nicht im Stande, wie dies Descartes annimmt, die Richtung der Kraftleistung, die ihrer Grösse nach gegeben ist, zu bestimmen, da, um eine Bewegung abzuändern, gleichfalls Kraft erforderlich ist.

Obwohl wir zugestehen, dass diese Raisonnements völlig einleuchtend sind, so wollen wir im Interesse der Forschung und Wahrheit es dennoch nicht unterlassen, hieran eine Betrachtung zu knüpfen, die das Räthselhafte der Innervation ins rechte Licht stellen wird. Fragen wir nach dem Grunde der Innervation, die in einer Molecularbewegung, in einem Nervenstrome, beruht, so können wir vom chemisch-physikalischen Standpunkte aus nur die Verbrennung unserer Körpersubstanz als ihren Anlass bezeichnen. Forschen wir jetzt aber nach dem Grunde dieser Verbrennung, so werden wir auf den Athmungsprozess verwiesen, auf einen Vorgang also, der wieder seinen Anlass in der durch die Verbrennung bewirkten Innervation findet. Hiermit bewegen wir uns beim Aufsuchen der materiellen Ursache der Innervation, resp. der Functionsauslösung, in einem Zirkel, und müssen daher zugestehen, dass wir nicht im Stande sind, einen materiellen Grund für die Auslösung der Innervation anzugeben. Diese Betrachtung dient der dualistischen Weltanschauung zur wesentlichen Stütze und ruft Zweifel an der Annahme des strengen Causalnexus bei Lebewesen wach.

Wir haben diese Betrachtung hier um so weniger umgehen dürfen, weil wir gewissenhaft das Pro und das Contra für die deterministische Hypothese abzuwägen haben und es dem unbefangenen Urtheile des Lesers anheim stellen wollen: welcher von den beiden Welt-

anschauungen des Determinismus und des Indeterminismus er den Vorrang einräumen will. Auch mag gleich hier Erwähnung finden, dass man der dualistischen Hypothese von Geist und Materie gemäss nicht einsicht: wie der unräumliche Geist auf die raumerfüllende Materie einwirken und so Innervationen veranlassen soll.

Auch die von Fechner und Boussinesq aufgeworfene Frage: was die Folge der Umkehr aller Bewegungen in der Welt sein würde, welche letzterer Forscher zum Nachweise der Unrichtigkeit der materialistischen Weltanschauung zu verwerthen trachtet, indem ein Stellen der Kurbel der Weltmaschine auf „Rückwärts“ Vorgänge im Gefolge haben würde, die gar nicht mit den ihnen vorangegangenen Ereignissen harmoniren, z. B. den, dass man etwas früher thut, als man es gewollt hat, lässt du Bois-Reymond als keine Widerlegung der Ansicht gelten, dass die psychischen Erscheinungen durch die Bewegung der Hirnmolekel bedingt sind. In der Sache müssen wir ihm beistimmen, nicht aber können wir dies hinsichtlich der Beweisführung, die wir bei heutigem Standpunkte der Wissenschaft darin erblicken, dass die Umkehr der Causalität der seelischen und stofflichen Vorgänge grosse Widersinnigkeiten für unsere Vorstellung von Ursache und Wirkung im Gefolge haben muss, so dass wir uns nicht darüber zu wundern brauchen, wenn wir bei der angenommenen rückläufigen Weltevolution jetzt gerade Dasjenige zu thun uns vornehmen, was wir einen Augenblick vorher schon ausgeführt haben. Selbstverständlich ist der rückgängige Lauf der Weltmaschine unmöglich und kein Jesaias kann dem Schatten des Zeigers der Sonnenuhr befehlen, sich rückwärts zu bewegen, um dem kranken jüdischen Könige ein Zeichen von seiner göttlichen Sendung zu geben, so poetisch-grossartig dieser Mythus des alten Testamentes auch ist. Dies beweist aber nicht, wie du Bois-Reymond meint, dass sich nicht nach materialistischer Weltanschauung an vergangene stoffliche Zustände, falls sie wiederkehren könnten, dieselben seelischen Vorgänge reihen würden, welche vordem diese Zustände begleiteten. Wir erinnern hier nur an Carl Vogt, der jeden Wechsel im geistigen Geschehen auf eine Veränderung in der Atomlage im Gehirne zurückzuführen wähnt und alle Metamorphosen in der Weltevolution allein durch das bunte Würfelspiel der Atome bedingt erachtet. —

Ein zweites Moment, welches du Bois-Reymond in Anbetracht des rückläufigen Weltorganismus geltend macht, verdient jedoch um so mehr unsere Beachtung, als es bei näherer Zergliederung und schärferem Ver-

folgen ein unerwartetes Streiflicht auf das Gesetz von der Erhaltung der Kraft wirft. Es ist dies die schwer ins Gewicht fallende, zuerst recht naiv klingende Frage:

Wäre die Materie, falls die Weltentwickelung rückwärts schritte, genau dieselbe wie damals, wo die Materie eine und dieselbe Stelle im Raume einnahm? Von vornherein ist man geneigt, diese unerwartete Frage mit einem entschiedenen Ja zu beantworten. Doch verhält sich die Sache nicht ganz so einfach, wie wir sogleich sehen werden. In dem genannten Vortrage: „Die rieben Welträthsel“ erklärt du Bois-Reymond, dass bei sückschreitender Weltevolution u. A. die durch Reibung in Wärme umgewandelte Massenbewegung „nicht wieder in denselben Betrag mit verändertem Vorzeichen gleichgerichteter Massenbewegung zurückverwandelt werde.“

Um diesen Ideengang, der leider nur durch die angeführten, wenigen Worte gekennzeichnet ist, zu verstehen, wollen wir auf eine der einfachsten hierauf Bezug nehmenden Betrachtungen eingehen, von der ich hoffe, dass sie, abgesehen von dem Lehrreichen, was sie an sich bietet, den hier blos angedeuteten Grundgedanken in klares Licht stellt. Angenommen: zwei in Folge ihrer Gravitation auf einander in Bewegung begriffene Atome desselben Elements weisen jetzt an (virtueller) Schwerkraft in Summa die Grösse g auf und an sie bewegender (actueller) Kraft in Summa die Grösse l, so muss im nächsten Momente, in der Wirkung also, der herrschenden Hypothese gemäss die Grösse l sich vermehrt haben, während g dieselbe geblieben ist. Wir hätten somit actuelle Kraft gewonnen, ohne den Nachweis antreten zu können, dass virtuelle Kraft verloren gegangen ist, ein Umstand der schlecht mit dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft harmonirt, wie ich dies u. a. in einer Brochüre*) ausführlich dargelegt habe.

Man glaube nicht, dass die Euler-Secchi'sche Hypothese von treibenden Aetherstössen irgend wie dazu angethan ist, uns diesem Dilemma zu entreissen. Sucht man diese Hypothese, was ihre Anhänger aus Mangel an Kritik unterlassen, auf die Phänomene der Gravitation anzuwenden, so überzeugt man sich schon bei den ersten Schritten, dass diese an sich schon mehr als unwahrscheinliche Annahme nicht den geringsten Halt bietet. —

Denken wir uns jetzt, dass die vorher hypothesirten, näher gerückten Atome wieder im umgekehrten Sinne sich rückwärts bewegten, so würden sie hierbei unserer Erörterung gemäss mehr Kraft besitzen als bei ihrer

*) „Ueber den Begriff der Kraft etc.“ (Berlin. Dümmler 1885.)

vorangegangenen Annäherung, so dass es, streng genommen, nicht mehr dieselben Atome sind, womit denn du Bois-Reymond Recht behält, wenn er behauptet, dass mit einer blossen Rückwärtsbewegung der Atome nicht dieselben materiellen Verhältnisse wiederkehren, welche der Vergangenheit angehören. —

Uns dienen aber diese Betrachtungen dazu: dem Gesetze „von der Erhaltung der Kraft“, dessen philosophische wie naturwissenschaftliche Berechtigung wir gebührend anerkennen, mit mehr Vorsicht entgegen zu kommen, als dies üblich ist, mit einer Vorsicht, die um so mehr schwinden wird, eine um so schärfere Vorstellung wir mit dem Begriff Kraft zu verbinden wissen.

Wir können daher nur E. Dühring beistimmen, wenn er in seiner „kritischen Geschichte der Philosophie“ hinsichtlich des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft behauptet: „doch hat gerade die erwähnte neue Wahrheit sogar innerhalb des positiven Betriebs der Naturforschungen zu den wüstesten Vorstellungsarten Veranlassung gegeben, und man hat ein Dogma von der Einheit aller Naturkräfte concipirt, welches mit den zugehörigen falschen Metamorphosenvorstellungen wirklich noch an die Naturphantastik der Schelling'schen Art erinnert. —“ Als ein höchst eclatanter Beleg diene hierfür nachfolgende Stelle aus dem „System der Philosophie“ von Wilhelm Wundt (1889, S. 301), wo er das Gesetz von der Erhaltung der Kraft und das von der Constanz der Masse als „das Princip der Quantitativen Aequivalenz der nach Grund und Folge verbundenen Ereignisse“ bezeichnet: „Nach ihm sehen wir nicht mehr in der Anziehungskraft der Erde die Ursache dafür, dass ein Stein von einer bestimmten Höhe herabfällt, sondern in der Erhebung des Steins in diese Höhe.“ Der Verfasser übersieht hierbei, dass bekannterweise sich auch die Erde dem fallenden Stein nähert, und dass nie gehobene Körper, wie Meteorsteine, auch auf die Erde fallen. Die von Wundt hier vermuthete Causalität widerspricht nicht nur allen Erfahrungen, sondern auch allem Denken.

Da selbst einige der hervorragendsten Naturforscher wie Helmholtz und, wenngleich vereinzelt, auch du Bois-Reymond dem Causalitätsbegriff in Anbetracht des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft nicht in der Weise Rechnung getragen haben, wie dies ein scharfes logisches Denken verlangt, so halte ich es für gerechtfertigt, die Gelegenheit zu benutzen, um, wie ich es schon mehrfach gethan habe, darauf aufmerksam zu machen, dass das Gesetz von der Erhaltung der Kraft nicht als ein natur-

wissenschaftliches Axiom anzusehen ist, sondern als eine Art von Maassstab für die Richtigkeit unserer Erklärungen. Dies fühlt du Bois-Reymond sehr wohl, wenngleich er bisweilen, wie gesagt, den Helmholtz'schen Ansichten in Bezug auf den Zusammenhang der Naturkräfte und des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft Beifall zollt.

Nachfolgende Stelle aus seinem Essay: „Ueber die Lebenskraft" mag als beachtenswerther Beleg für die Richtigkeit der Behauptung, dass du Bois-Reymond die Achillesferse des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft fühle, dienen: „Oben liessen wir für den Augenblick die Bestimmung der Kraft als die Ursache der Bewegung gelten. Es ist dies eine bequeme Redeweise, deren man sich nicht leicht entschlagen kann und sich ihrer auch immerhin bedienen mag. Nur darf man nie vergessen, dass der Kraft in diesem Sinne keine Wirklichkeit zukommt, sobald man an den Grund der Erscheinungen denkt. Geht man auf diesen Grund, so erkennt man bald, dass es weder Kräfte noch Materie giebt. Beide sind von verschiedenen Standpunkten aus aufgenommene Abstractionen der Dinge, wie sie sind, sie ergänzen einander, und sie setzen einander voraus. Vereinzelt haben sie keinen Bestand, so dass unser Denken, indem es das Wesen der Dinge zu zergliedern strebt, keinen Ruhepunkt findet, sondern zwischen beiden Abstractionen hin und her schwankt." —

Wie verhält es sich dann aber mit der Uebertragbarkeit der Kraft beim Stosse und bei der Gravitation u. s. w., wo die Kraft, ohne eine andere Grundlage als den leeren Raum zu haben, von Atom zu Atom wandert?

Welche Bedeutung hat dann ferner noch das Gesetz von der Erhaltung der Kraft? —

Obwohl wir auf dualistischem Standpunkte in Betreff der Kraft und Materie stehen und wir mithin der citirten monistischen Ansicht von du Bois-Reymond nicht unbedingt beipflichten können, indem andere Gründe uns die Annahme des Dualismus von Kraft und Materie berechtigter erscheinen lassen, sind wir doch weit entfernt davon, die logische Schärfe des angeführten Raisonnements zu unterschätzen.

Wir wollen jetzt sogar zeigen, wie wir selbst als Anhänger der dualistischen Hypothese von Kraft und Materie (letztere natürlich im engeren Sinne gefasst) auf eine diesen beiden Vorstellungen zu Grunde liegende Einheit bei nachfolgender Betrachtung hingewiesen worden:

In Bezug auf die Bewegung im völlig leeren Raume sei bemerkt, dass wir bisher von dem Descartes'schen Axiom ausgingen, der einmal in Bewegung begriffene

Körper bewege sich stets mit gleicher Geschwindigkeit in gerader Richtung, so dass Verzögerung, beziehungsweise ein Stillstand in seiner Bewegung nur dadurch herbeigeführt werden kann, dass er auf äussere Hindernisse stösst, die seine ihn treibende Kraft ganz oder theilweise aufzehren.

Dieser in der theoretischen Mechanik als absolut richtig angenommene Grundsatz bildet, wie bekannt, einen wesentlichen Theil des Beharrungsgesetzes, welches nicht nur die Basis des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft ist, sondern auch das Fundament der gesammten Mechanik oder Bewegungslehre bildet. Bei der Annahme des angeführten Axioms, dass ein im völlig leeren Raum sich bewegender Körper seine Geschwindigkeit stets beibehält, übersieht man jedoch, dass auch der innere Widerstand, den eine Materie als solche ihrer Fortbewegung entgegensetzt, dazu beitragen muss, ihre Bewegung zu hemmen, resp. allmählich zu vernichten, selbst wenn diese Hemmung, resp. diese Vernichtung, auch nur phänomenaler Natur sein sollte. Für unsere Zwecke genügt es hier zu zeigen, dass bei diesem Vorgange das blos Raum erfüllende, Widerstand leistende Etwas, Materie im engeren Sinne des Wortes, Kräfte aus sich zu erzeugen vermag.*)

Indem aber die angestellten Betrachtungen dazu dienen, den unbedingten Glauben an die Richtigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft zu schwächen, thun sie auch dem einleuchtenden, theoretisch mechanischen Beweise, den du Bois-Reymond von der zu jeder Zeit durchaus bedingten Atomstellung liefert, insofern Abbruch, als das Verhältniss zwischen dem Bewegten und dem Bewegenden nicht so durchsichtig ist, wie in der Beweisführung angenommen wird. Hält man dagegen das Gesetz von der Erhaltung der Kraft fest, so führt uns ein consequentes Schliessen ganz allein zu der materialistischen Weltanschauung, wovon man sich leicht überzeugen kann wenn man in Rechnung zieht, dass alsdann dem Willen als einem seelischen Agens jeder Einfluss auf die Materie entzogen ist, da, im Falle die Seele in das Atomgetriebe eingreifen würde, die vorhandene Kraftgrösse der materiellen Welt eine Veränderung erfahren müsste. In seinem Werke: „Robert Mayer, der Galilei des neunzehnten Jahrhunderts“, bemerkt E. Dühring, dass der geniale Aufsteller und tiefe Begründer des Gesetzes

---

*) Vergl. Dr. Eugen Dreher „Erweiterungen im Calcül der theorethischen Mechanik“ No. III. „Natur“ Halle a./S. 1886 No. 28.

von der Erhaltung der Kraft die zum Materialismus führende Tragweite seines Gesetzes geschaut habe, sein religiöser Sinn ihn jedoch daran verhinderte, den letzten Consequenzen seiner Speculationen Glauben zu schenken.*)

Wenn wir aber auch ganz absehen von der geheimnissvollen Wechselbeziehung zwischen Materie und Kraft, so genügt doch der Satz vom zureichenden Grunde, um in allen stofflichen Veränderungen den strengsten Causalnexus vorauszusetzen. Die Schwierigkeit, welche dem Physiker erwächst, ohne strenge Scheidung zwischen dem bewegenden Agens und der trägen Masse das Gesetz der Nothwendigkeit des Geschehens nachzuweisen, fällt für den Philosophen weg, der von dem Axiom überzeugt ist, dass eine Ursache nur eine Wirkung im Gefolge haben kann.

Wollte der Dualist hierauf entgegnen, dass der Wille in den Zustand der Materie, wie es wenigstens den Schein hat, einzugreifen vermag, so kann ihm der Materialist getrost erwidern, dass eine Wechselwirkung von Geist und Materie vom Standpunkt des Dualismus unzulässig ist, da weder der unräumliche Geist auf die Raum erfüllende Materie, noch letztere auf ersteren der dualistischen Definition gemäss zu wirken vermag. Will der Dualist, den Occasionalisten Geulinx und Malebranche, oder Leibniz folgend, seine Zuflucht zu der Hypothese nehmen, dass Gott die seelischen wie die stofflichen Vorgänge derartig einrichte oder eingerichtet habe, dass einer „prästabilirten Harmonie“ zufolge einem psychischen Vorgange stets ein materieller entspreche, so ist selbst bei dieser Annahme der strenge Causalnexus der materiellen wie der geistigen Welt gesichert, indem die Evolutionen beider Principien sich hiernach als zwei parallele Reihen von Ursache und Wirkung ergeben.

Wir haben in diesem Kapitel noch eine Anschauungsweise zu erörtern, die vielleicht im Stande ist, uns der Herrschaft des strengen Determinismus zu entreissen. Dieselbe stammt von dem Skeptiker Hume her und wurzelt in der Ueberlegung, dass der Causalitätsbegriff rein subjective Berechtigung besitze, ein blosser Ausdruck des menschlichen Begreifens sei, da wir in der Natur keine Causalität, sondern ein blosses Nacheinander der Erscheinungen wahrnehmen. Eine Billardkugel stösst so auf eine andere in Ruhe befindliche, diese geräth jetzt in Bewegung und wir schliessen, dass eine Kraftübertragung

*) Vgl. den in No. 31 Bd. IV der „Naturw. Wochenschr.“ besprochenen Briefwechsel zwischen Mayer und Griesinger über das Gesetz von der Erhaltung der Energie.

stattgefunden habe, wodurch die letzte Kugel in Bewegung gerieth.

Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass Hume's Skepticismus bezüglich der subjectiven Natur der Causalität zum Nachdenken auffordert, und dies um so mehr, als Raum und Zeit, wie Kant ja nachgewiesen hat, auch, wenigstens zunächst, nur subjective Berechtigung zu beanspruchen haben.

Geben wir aber auch zu, dass der Causalitätsbegriff, wie er sich auf Grund der Erscheinungen in dem Ich herausgebildet hat, nur subjective Bedeutung für unser Erkennen besitzt, so folgt hieraus doch, dass diesem Causalitätsbegriffe in der wirklichen Welt ein Etwas entsprechen muss, wenn man nicht alle unsere Wahrnehmungen als absolut gehaltlose Phantasmagorien erachten will, wozu wir uns trotz der Existenz der Traumbilder, Hallucinationen u. s. w., die einem derartigen philosophischen Nihilismus allein bis zu einem gewissen Grade das Wort reden, nicht entschliessen können.

Waltet aber im All statt der Nothwendigkeit ein Etwas, als dessen Sinnbild wir die Nothwendigkeit zu betrachten haben, so sind die Consequenzen in Betreff unserer Selbstbestimmung gleich trostlos, worauf es hier ankommt. Auch wollen wir uns nicht verhehlen, dass unser Erkenntnisstrieb erst dann völlig befriedigt ist, wenn wir den Nachweis liefern können, dass jede Erscheinung das nothwendige Resultat der von uns gemachten Annahmen ist. Hiernach werden wir es z. B. nie und nimmer begreifen können, dass wir, wie man allgemein glaubt, eine Wahl zwischen zwei Gegenständen zu treffen vermögen, wenn beide uns mit gleicher Stärke anziehen, weil es in diesem Falle unmotivirt wäre, wenn das Ich sich nach irgend welcher Seite hinneigte, indem dieses sich nicht selber bestimmen kann, sondern jede seiner scheinbaren Selbstbestimmungen schon ihm aufgedrückte Bestimmungen sind. Selbstverständlich sind hierbei die Eigenschaften unseres Ich voll und ganz in Rechnung gezogen.

Die bisher angestellten Untersuchungen führen uns zu dem durchaus folgerichtigen Resultat:

> Dass alle Vorgänge der Natur einem unverbrüchlichen Causalnexus gehorchen, wobei die geistigen Vorgänge die materiellen nicht zu beeinflussen vermögen, mithin für diese so gut wie nicht vorhanden sind.

Dieses Nichtvorhandensein eines Einflusses geistiger Vorgänge auf stoffliche Bewegung macht es denn höchst

wahrscheinlich, dass geistige wie materielle Vorgänge im Grunde genommen Eins sind. Sehr zu Gunsten der Annahme dieser Einheit von seelischen und materiellen Prozessen spricht noch die sich aufdrängende Beobachtung, dass die Energie jeder seelischen Thätigkeit von einer ihr gleichwerthigen Kraftleistung der Materie begleitet ist, so dass keine seelische Thätigkeit ohne ihr genau entsprechenden Stoffumsatz zu Stande zu kommen scheint. Geistige und leibliche Entwickelung gehen derartig Hand in Hand, dass man sich, dies alles in Anschlag bringend, geneigt fühlt, das Materielle als den Grund des Geistigen anzusehen. Der Schluss dieses Essays wird zeigen, dass wir in Anbetracht der hier in Frage kommenden Probleme zu unvermeidlichen Widersprüchen gelangen.

II.

Nachdem wir im vorigen Kapitel fast nur die Argumente erörtert haben, welche die Annahme der strengen Causalität aller Naturerscheinungen nicht nur gerechtfertigt erscheinen lassen, sondern sogar unvermeidlich machen, wollen wir jetzt diejenigen Gründe kennen lernen, welche der Hypothese dieses strengen Causalnexus widerstreben.

In der erwähnten Rede: „Die sieben Welträthsel“ lässt es du Bois-Reymond dahingestellt sein, ob jenes unzerreissbare Band von Ursache und Wirkung, welches wir einem consequenten Denken gemäss in den Phänomenen schauen, auch wirklich vorhanden ist. Das Zweifelsbekenntniss, mit dem er seinen Vortrag trotz Würdigung der Tragweite der von ihm vorgebrachten Gründe, die eine deterministische Weltanschauung als unvermeidliches Resultat der Forschung erweisen, schliesst, basirt auf zwei Momenten, die man zu Gunsten des Vorhandenseins der Willensfreiheit geltend machen kann, die ihm wichtig genug scheinen, um diesem Probleme gegenüber einen skeptischen Standpunkt einzunehmen. Die beiden Punkte aber, welche ihn bewegen, den unverbrüchlichen Causalnexus in Zweifel zu ziehen, sind: I. Das Vorhandensein des nicht zu leugnenden Gefühls einer mehr oder minder beschränkten Willensfreiheit in allen Lebenslagen.

II. Die Einsicht von der Unmöglichkeit: geistige Vorgänge aus materiellen Processen herzuleiten.

Diese Unmöglichkeit motivirt aber du Bois-Reymond in nachfolgenden prägnanten Worten:

„Dass astronomische Kenntniss des Gehirnes uns das Bewusstsein aus mechanischen Gründen nicht verständlicher machen würde, schloss ich daraus, dass es einer Anzahl von Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff-, Sauerstoff- u. s. w. Atomen gleichgültig sein müsse, wie sie liegen und sich bewegen, es sei denn, dass sie schon einzeln Bewusstsein hätten, womit weder das Bewusstsein überhaupt, noch das einheitliche Bewusstsein des Gesammthirnes erklärt würde. —"

Hierbei lässt es jedoch du Bois-Reymond, wie schon bemerkt, unentschieden, ob geistige und materielle Vorgänge dennoch nicht aus einem Princip fliessen, wie dies am schärfsten der Schluss seiner Studie: „Die Grenzen des Naturerkennens" ausdrückt, wo es heisst:

„Schliesslich entsteht die Frage, ob die beiden Grenzen unseres Naturerkennens nicht die nämlichen seien, d. h. ob, wenn wir das Wesen von Materie und Kraft begreifen, wir nicht auch verständen, wie die ihnen zu Grunde liegende Substanz unter bestimmten Bedingungen empfindet, begehrt und denkt." — Hierbei sei bemerkt, dass du Bois-Reymond, obwohl er sich weder als Anhänger der monistischen noch der dualistischen Weltanschauung seinem Skepticismus gemäss bekennen kann, zu dem Monismus, und zwar zu dem Materialismus sich hinneigt, während er für den (verschwommenen) Pantheismus, den Haeckel mit Begeisterung als allein erlösende Wahrheit preist, gar kein Interesse verräth. Auch der spiritualistische Monismus, den Leibniz in seiner „Monadologie" vertritt, nach der sich die Materie in lauter Einzelseelen, „Monaden", auflöst, die einer von Gott eingesetzten, prästabilirten Harmonie zufolge in Wechselwirkung zu stehen scheinen, während im Grunde genommen jede Monade nur streng causalgemäss verlaufende Traumbilder percipirt, ist ihm allein nur deswegen werthvoll, weil Leibniz hierbei das eherne Causalitätsprincip den Vorstellungen seiner Monaden zu Grunde legt. Uns, die wir als Dualisten keine Anhänger des spiritualistischen Monismus von Leibniz sind, halten dennoch den Gedanken des universellsten aller Philosophen: trotz seines Monismus den Einzelwesen voll und ganz Rechnung zu tragen, was fast immer die Monisten ihrem Systeme zu Lieb unberücksichtigt lassen, für beachtenswerth und erkennen in dem Hinstellen der Sinneswahrnehmungen als Traumbilder einen tief empfundenen Gedanken, der uns an die grössten Dichter erinnert, welche Traum und Leben so geis psychologisch zu identificiren wissen.

Ich habe diesen philosophischen Standpunkt Reymond's hier um so mehr hervorgehoben,

wenig dazu beiträgt, den Naturforscher im günstigsten Sinne des Wortes zu kennzeichnen, dessen auf das breite Fundament der Erfahrung sich gründendes Forschen für metaphysische Speculation, wo sie nicht zur Befestigung und zum Aufbau einer Naturphilosophie geboten ist, wenig empfänglich ist. —

Sollte sich aber nicht der erste Einwand du Bois-Reymond's: das sich Berufen auf das beständige Gefühl einer mehr oder minder beschränkten Willensfreiheit gegen die Annahme des Determinismus dadurch widerlegen lassen, wie das schon oft versucht worden ist, dass man dieses Gefühl für eine Täuschung erklärt, ähnlich einer Sinnestäuschung, aber durchgreifender und innerlicher als diese? Ja, — sollte es nicht möglich sein, zu beweisen, dass das Gefühl einer Willensfreiheit auftreten muss, wenn wir durch mehrere einander entgegenwirkende Antriebe zum Handeln bestimmt werden?

Und was den zweiten Einwand anbelangt, sollte nicht dieser einfach dadurch unhaltbar werden, dass das Causalitätsgesetz, dem gemäss in der Gegenwart schon die den zukünftigen Zustand der Dinge bestimmten Momente liegen, sowohl für die geistigen, als auch für die materiellen Vorgänge gilt, weil das Gesetz vom zureichenden Grunde alles Geschehen beherrschen muss?

Wenden wir uns zunächst dem Gefühle der Willensfreiheit zu, aus dessen unleugbarem Vorhandensein wir bisher unbeachtete Consequenzen ziehen wollen! Wäre dieses Gefühl eine blosse Täuschung, ähnlich einer durch die Sinne vermittelten Urtheilstäuschung, wie das Empfinden einer vermeintlichen Bewegung unseres Körpers, so müsste bei Anstellung geeigneter Experimente dieses Gefühl wegfallen, wie dies bei jeder Sinnestäuschung zu constatiren ist, ein Umstand, der uns allein berechtigt, derartige Wahrnehmungen als Täuschungen zu bezeichnen. Nun giebt es aber keinen Versuch, der uns das Gefühl der Willensfreiheit als Täuschung kennen lehrt. Hieraus erwächst uns aber das nicht zu bestreitende Recht dieses, in jeder Lebenslage unabweisbare Gefühl der Willensfreiheit für die nothwendige Folge einer Thatsache des Bewusstseins, d. h. für die nothwendige Folge der Freiheit unserer Entscheidung zu halten. Die Willensfreiheit in Abrede zu stellen, heisst also, streng genommen, nichts weiter, als aus Liebe zu einer einseitig begründeten Theorie den Erscheinungen Zwang anthun. —

Ernst Haeckel, der dies wohl fühlt aber dem ungeachtet nicht daran denkt, seine deterministische Weltanschauung aufzugeben, sucht daher die Sache umzukehren,

und es uns annehmbar zu machen, dass wir bei einer zu treffenden Wahl gar kein Gefühl der Freiheit haben, sondern nur mehr oder minder verborgene Impulse empfinden, die uns das Gefühl der Freiheit vorspiegeln. In seiner berühmten „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" erklärt er daher: „Sobald man seine eigene Willensthätigkeit streng untersucht, ohne das herkömmliche Vorurtheil von der Freiheit des Willens, so wird man gewahr, dass jede scheinbar freie Willenshandlung bewirkt wird durch vorhergehende Vorstellungen, die entweder in ererbten oder in anderweitig erworbenen Vorstellungen wurzeln, und in letzter Linie also wiederum durch Anpassungs- und Vererbungsgesetze bedingt sind.—" So annehmbar dies klingt, weil es theoretisch gedacht ist, so wenig entspricht es dem Sachverhalt, der das Gefühl der Willensfreiheit allem Zweifel entrückt, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine Wahl zwischen ziemlich gleichgültigen Dingen trifft. Je mehr wir jedoch bei einer Entscheidung interessirt sind, desto mehr tritt das Gefühl der Freiheit des Entschlusses in den Hintergrund, ohne jedoch, an eine bestimmte Grenze gelangt, gänzlich aufzuhören.

Noch sei bemerkt, dass wir es nicht als Freiheit empfinden, wenn wir ungehindert Neigungen nachgeben können, wie es scheint, und wie ich dies auch früher glaubte und vertrat, sondern dass ein Gefühl der Willkür ganz allein das Freiheitsgefühl ausmacht. Freiheit und Willkür sind mithin identisch. Als ein recht auffallender Beleg hierfür diene die Thatsache, dass wir den Zwang der Leidenschaft, so sehr er uns gefällt, voll und ganz empfinden, wenn es sich darum handelt, ihr entgegen zu arbeiten. Leider verdunkeln vielfach, ohne es recht zu wissen, Philosophen diesen Sachverhalt, um ihre, ihnen unklar vorschwebende psychologisch-deterministische Weltanschauung mit den Anforderungen der Ethik in Einklang zu bringen. So erklärt z. B. Fr. Kirchner, dass die von uns schliesslich getroffene Entscheidung „die einzig für uns mögliche" sei, worauf er, im krassen Widerspruch hiermit, bald nachher ausspricht: „So sehr alle Entschlüsse motivirt sind, so liegt es in unserer Hand, die Motive zu vermehren und zu veredeln. —" Und dies zum Trotz des überall herrschenden, sich auf das Ich auch erstreckenden Determinismus? Wundt jedoch stellt in dem schon erwähnten Werke „System der Philosophie", in welchem er sich zu einer Art von psychologischem Determinismus zu bekennen scheint, dem Causalitätsbegriff das Zweckmässigkeitsprincip als feindliche Anschauung gegenüber und sucht so das Problem der Willensfreiheit zu umgehen,

als wenn der Zweck nicht ein Moment der Causalität wäre. Unterschiede Wundt richtig, so würde er dazu gelangen, den Zweckmässigkeitsbegriff allein für bewusste Wesen in Anspruch zu nehmen, gleichviel ob sie determinirt oder indetermirt sind. Viel schlimmer noch ist es bei Herbart, der gleichfalls als Bekenner des „psychologischen Determinismus" die Seelenthätigkeiten, durch seine (ganz willkürlichen) mathematischen Formeln zu berechnen wähnt, wobei er sich nicht einmal klar über die Grösse einer Affection wird, geschweige denn über die Bedeutung einer strengen Causalität. Immerhin muss ihm als Verdienst angerechnet werden, dass er in seiner mathematischen Psychologie, im Gegensatz zu modernen Forschern, nur verhältnissmässig einfache Formeln in Anwendung bringt. Am schlimmsten aber ist es bei Hegel, der, seinem alle Logik umstürzenden Grundsatze von dem sich widersprechenden Weltprincip getreu, gleichzeitig dem Determinismus wie dem Indeterminismus huldigt. — Auch muss man sich hüten, Freiheit mit Vernunft und Moral zu verwechseln, die nur Bestimmungsstücke unserer Entschlüsse ausmachen, wie dies Plato und nach ihm Andere thun. — Dass sich du Bois-Reymond als Naturforscher nicht dazu entschliessen kann, die Thatsache des Gefühles der Willensfreiheit der analytischen Mechanik halber in Abrede zu stellen, kennzeichnet in diesem Punkte nur die grosse Objectivität seines Urtheils, die wir um so höher schätzen müssen, als die materialistische Weltanschauung, deren Hauptvertreter er lange Zeit gewesen ist, aufs bestimmteste auf einen in der Natur liegenden unabänderlichen Causalnexus hindrängt.

Wie wichtig aber die Anerkennung dieser strengen Causalität in allem Geschehen für den Materialismus ist, mag der Umstand zeigen, dass der scharfsinnige, philosophisch geschulte Schleiden die genannte Weltanschauung einfach dadurch zu widerlegen glaubt, dass er in seiner Schrift: „Ueber den Materialismus der deutschen Naturwissenschaft, sein Wesen und seine Geschichte" die Existenz der Willensfreiheit, die für Schleiden eine unantastbare Thatsache des Bewusstseins ist, ins Feld führt, obwohl andere Aufsätze von ihm zur Genüge beweisen, dass er den Materialismus mit schärferen Waffen angreifen konnte.

Nothwendigkeit im Reiche der Materie, Freiheit im Reiche des Geistes sind für Schleiden die aus dem Wesen der Dinge geschöpften Grundanschauungen. Hiermit weicht er denn wesentlich ab von seinen philosophischen Vorbildern, von Kant, Fries und Apelt, welche den Menschen als einen Bürger der Erscheinungswelt der ehernen Nothwendigkeit unterwerfen, während sie im

Widerspruche mit dieser Behauptung dem Menschen als „intelligiblem Charakter" einem Postulat der praktischen Vernunft zufolge eine transcendentale Freiheit zusprechen, welche sich auf die „Dinge an sich" bezieht. Hiernach würde der Mensch als „Noumenon" frei sein, als ein „Phänomenon" jedoch völlig gebunden, wobei man sich freilich wundern muss, dass die Freiheit sich als Nothwendigkeit in unserem Denken malt. Von der Nothwendigkeit, welche die Erscheinung bekundet, auf die Nothwendigkeit des ihr Entsprechenden, das hinter dem Vorhange der Erscheinungen sich zuträgt, zu schliessen, hätte grössere Berechtigung gehabt. —

Das Beispiel von Schleiden zeigt aber: wie wenig ein echter Naturforscher sich dazu verstehen kann, widerstrebende Thatsachen unter das Joch einer vorausentworfenen Theorie zu beugen. Sollte es nicht ebenso beim Philosophen sein? Wir sind fest davon überzeugt, dass jede kritische Arbeit auf dem Gebiete der Metaphysik, auch selbst dann, wenn sie nur die jeweiligen Grenzen unserer Kenntniss aufdeckt, unvergleichlich viel mehr Werth besitzt, als das Aufstellen von ganzen philosophischen Lehrgebäuden, die im günstigsten Falle doch nichts anderes sind als Spiegelbilder der Einseitigkeit und Leichtgläubigkeit ihrer Autoren. —

Wir wollen jetzt die Annahme: dass unser Ich eine gewisse Selbstbestimmung besitzt, die sachgemäss unabhängig von jedem äusseren wie inneren Einfluss ist, auf indirectem Wege beweisen und ihr so eine grössere Stütze verleihen, als ihr die durchgreifende Erscheinungsform der Willensfreiheit giebt. Dass wir diesen Beweis nicht direkt führen können, dessen sind wir uns wohl bewusst, da wir es in Anbetracht der Willensfreiheit mit einem verschleierten Paradoxon zu thun haben, deren Begründung nur durch den Nachweis des Ausschlusses der entgegengesetzten Annahme, des Determinismus also, geschehen kann. Wir werden später zeigen, dass die Hypothese des Indeterminismus gleichfalls zu widersinnigen Consequenzen führt, und doch kann nur, unserem Denken gemäss, der Determinismus oder der Indeterminismus Recht haben.

Der apagogische Beweis aber für das Vorhandensein einer Willensfreiheit, den wir hier führen wollen, gründet sich darauf, dass das Gefühl einer Willensfreiheit, welches als unbedingte Thatsache des Bewusstseins von Allen anerkannt wird, selbst, wenn es auch auf Täuschung beruhen sollte, nicht vorhanden sein könnte, wenn die deterministische Weltanschauung richtig wäre.

Angenommen: irgend welche Impulse wirken auf

unser Ich ein, die es zu verschiedenen Willensäusserungen anstacheln, wie dies z. B. der Fall ist, wenn wir Neigung empfinden, zwei sich ausschliessende Handlungen gleichzeitig zu thun, so würde das Ich von diesen Impulsen, in welchen schon unseren Neigungen nach allen Richtungen hin Rechnung getragen ist, beherrscht werden, würde also nie und nimmer zu der Vorstellung gelangen, dass es sich für die eine oder andere That entscheiden kann.

Wir können sogar behaupten, dass unser Ich bei seinem völligen Determinirtsein gar nicht die einzelnen, auf dasselbe einwirkenden Impulse wahrnehmen würde, weil diese sofort zu einem resultirenden Antriebe verschmelzen müssten, welchen das Ich erst percipirte. Hiermit könnte denn ein Gefühl der Willensfreiheit, welches uns doch die Möglichkeit der Wahl in Aussicht stellt, sachgemäss nicht aufkeimen, womit denn das Vorhandensein des Gefühls der Willensfreiheit die Existenz der letzteren beweist.

Wie kann aber nach deterministischer Ansicht das Ich eine Entscheidung zwischen verschiedenen Antrieben treffen? Herrschte das Gesetz unverbrüchlicher Causalität, so müsste das Ich, statt zu einem Entschluss zu gelangen, bei dem stets alle Componenten, mit alleiniger Ausnahme von einer, von dem Ich unterdrückt werden, eine Resultirende einschlagen, d. h. allen Antrieben ihrer Stärke gemäss Rechnung tragen, was nie und nimmer zu einem Entschluss führen würde. Auf dem Gebiete des Geistes müsste es also ebenso gut eine Resultirende geben, wie auf dem der Materie, nur mit dem Unterschiede, dass bei der ersten Resultanten der räumliche Charakter wegfiele. Da dies nicht der Fall ist, indem jedes Entschlussfassen gegen das strenge Causalitätsprincip verstösst, welches ja verlangt, dass die Wirkung den sie veranlassenden Momenten voll und ganz gerecht wird, was zu einer unvorstellbaren Denkthätigkeit führen würde, so ist hiermit die deterministische Weltanschauung als widerlegt zu betrachten.

Wenn aber Schopenhauer das Schwanken des Willens bei einer zu treffenden Wahl mit dem Hin- und Herschwingen der Zunge einer Waage vergleicht und meint, dass der Ausschlag beider doch im voraus schon bedingt sei, wenn man auch nicht wisse, wie er ausfallen werde, so verkennt er eben das Unzutreffende des Gleichnisses, indem der Wille der Freiheit des Ich zufolge schwankt, während die Zunge der Waage dem Beharrungsgesetze gemäss hin- und herschwingt. — Zieht man jetzt noch in Betracht, dass wir der deterministischen Ansicht zufolge um so langsamer zu einem Entschlusse gelangen

müssten, je mehr die Impulse sich das Gleichgewicht halten, so überzeugt man sich, dass die Erfahrung keineswegs in der Weise die deterministische Hypothese bestätigt, wie man es bei der Richtigkeit dieser Weltanschauung erwarten musste. —

Einen anderen Gedankengang in Anbetracht der Möglichkeit des Vorhandenseins einer Selbstbestimmung, einer Autonomie des Geistes, wie wir die Willensfreiheit auch nennen können, nachdem wir sie als Willkür gekennzeichnet haben, verfolgt du Bois-Reymond, der, durch seinen philosophischen Entwickelungsgang geführt, dieses Problem von einer anderen Seite beleuchtet, als wir es gethan haben. Nachdem sich du Bois-Reymond überzeugt hat, dass nicht einmal die ursprünglichste seelische Thätigkeit aus den Eigenschaften und der Constellation der Materie jemals hergeleitet werden kann, geschweige denn das Gefühl der Willensfreiheit, wobei er es, die Tragweite dieser Einsicht unterschätzend, wie gesagt, dahin gestellt sein lässt, ob dennoch nicht, im Grunde genommen, geistige und materielle Vorgänge Dasselbe seien, kann er die Zweifel an der Freiheit in psychischen Vorgängen dennoch nicht bannen. Es ist also vorwiegend nicht das Axiom, dass jedes Geschehen seinen es bedingenden Grund haben muss, welches du Bois-Reymond einer deterministischen Weltanschauung zugänglich macht, sondern vielmehr der rein physikalische Gedanke, dass jede Bewegung das nothwendige Resultat von sie veranlassenden Kräften ist, womit in den Causalnexus der Materie nicht eingegriffen werden kann. Wieder ist es das Gefühl der Willensfreiheit, welches du Bois-Reymond veranlasst, diesen unabwendbaren Causalnexus, der die Materie beherrscht, nicht unbedingt bei seelischen Vorgängen anzuerkennen.

Ja es schimmert sogar durch du Bois-Reymond's Schriften der Gedanke hindurch, dass, wenn ein Dualismus hinsichtlich Geist und Materie existiren sollte, nur die Welt des Stoffes der unbedingten Nothwendigkeit unterworfen ist. Dies erinnert uns an Schleiden, der, wie gesagt, von vornherein, im Gegensatz zu vielen, sich zum Determinismus bekennenden Dualisten, für den Geist Freiheit in Anspruch nimmt, während er in der unbeseelten Natur das Walten rein mechanischer Gesetze zu erkennen glaubt. Um aber das Vorhandensein eines geistigen Princips in den sogenannten physischen Erscheinungen zu beweisen, erklärt Schleiden in seinem Essay „Zur Theorie des Erkennens durch den Gesichtssinn*)“: „Das Licht

*) Leipzig, Engelmann. 1861.

ausser uns in der Natur ist Bewegung des Aethers; eine Bewegung kann langsam oder schnell sein, diese oder jene Richtung haben, aber es hat offenbar keinen Sinn, von einer hellen oder dunklen, von einer grünen oder rothen Bewegung zu sprechen; kurz: ausser uns, den empfindenden Wesen, giebt es kein Hell und Dunkel und keine Farben. — Und was für die Aetherwellen selbst gilt, ist nicht minder anwendbar auf die Wirkungen, welche von ihnen in anderen Körpern hervorgerufen werden; einen chemischen Process hell zu nennen ist ebenso sinnlos, als von einer blauen Electricität oder einer grünen Wärme zu reden . . . .

Wir nennen dies Gebiet, auf welchem wir erkennen, fühlen und wollen, unsere Seele, und wenn die plumpsten Materialisten sogar die Existenz derselben leugnen, so geschieht dies nur deshalb, weil sie zu träge oder zu inconsequent sind, ihren eignen Weg ganz bis zu Ende zu gehen. —"

Du Bois-Reymond geht in Anbetracht der Unerklärlichkeit der seelischen Vorgänge aus stofflichen Processen noch einen bedeutungsvollen Schritt weiter, indem er ausdrücklich hervorhebt, dass selbst dann, wenn wir uns die einzelnen Atome beseelt vorstellen, wir aus ihrer Beseelung nie und nimmer das einheitliche Ich des Individuums herleiten können. Dieser Gedanke, dessen grosse Fruchtbarkeit für Naturwissenschaft und Philosophie sich erst dann erweisen wird, wenn die Physiologen den Werth empirisch psychologischer Untersuchungen mehr zu schätzen wissen, als dies heute der Fall ist, begrüssen wir als ein Vorzeichen einer neuen Epoche der Physiologie und Psychologie, wo Naturwissenschaft und Philosophie, sich gegenseitig unterstützend, das Problem des Lebens in Angriff nehmen werden. Ich sage als ein Vorzeichen dieser Aera, denn noch hat selbst der Autor dieses Gedankens nicht gänzlich die Fesseln der von ihm einst mitbegründeten physiologischen Schule abgestreift, die den ganzen Lebensprocess mit seinem Fühlen, Wollen und Denken der Herrschaft der chemisch-physikalischen Gesetze zu unterwerfen trachtete. Und, um mit du Bois-Reymond's eigenen Worten zu sprechen: „Unabhängige Geister, welche nicht unter die Unfehlbarkeit der Schule sich beugten, wurden vornehm zurecht gewiesen". So geschah es Haeckel, weil er, im Gegensatz zu dem krassen Materialismus der Naturwissenschaft die freilich zu wenig begründete Hypothese von einem Bewusstsein der Atome aufstellte, eine Ansicht, die nach Voltaire's Bericht Newton auch gelegentlich ausgesprochen hat, die aber du Bois-Reymond mehr spöttisch und absprechend als wissenschaftlich bekämpft.

Wir würden uns unbedingt dieser Hypothese anschliessen müssen, wenn es gelingen sollte, durch die Annahme von einem den Atomen innewohnenden unabänderlichen Willen, von einem Lieben und Hassen der Elemente im Sinne eines Empedokles, alle Bewegungserscheinungen des Stoffes streng mathematisch herzuleiten, wobei die Hypothese selbst unergründlich bleiben würde. Da aber hierzu nicht die geringste Aussicht vorhanden ist, wie dies du Bois-Reymond mit einigen stichhaltigen Gründen belegt, statten wir die Atome mit Kraftanlagen aus und gerathen auch hierbei zu recht paradoxen Voraussetzungen, so z. B. zu der von der Fernwirkung der Materie, zu Widersprüchen, die kein Euler-Secchi'sches Aethertraumbild zu verscheuchen vermag. Wenn aber du Bois-Reymond meint, dass Atome deswegen nichts von der Aussenwelt wahrnehmen können, weil sie keine Sinnesorgane besitzen, so ist dieser Grund zu engherzig, um ihm Gewicht beizulegen, und dies um so mehr, als wir trotz unserer Sinnesorgane nicht begreifen können, wie sie uns die Aussenwelt erschliessen, insofern der Anlass aller Sinneswahrnehmungen in Veränderungen im Centralnervensystem zu suchen ist. Sprechen wir auch den Atomen Bewusstsein ab, weil die materiellen Phänomene sich besser und einleuchtender erklären lassen, wenn wir den Stoff als unbelebt erachten, so stimmen wir doch mit Haeckel in Anbetracht der Annahme der Beseelung der Zellen und der des Plasmas überein. Dass wir dieser Hypothese vielen Aufschluss in Anbetracht psycho-physiologischer Probleme verdanken, habe ich bereits in mehreren Schriften nachgewiesen*).

Indem aber du Bois-Reymond in seiner Rede: „Die sieben Welträthsel" Haeckel wegen seiner gegen die strenge Naturwissenschaft verstossenden Annahme von einem Bewusstsein der Atome übermässig rügt und auf Schelling und Hegel hinweist, die von derselben Pflanzstätte aus, wie nicht zu verkennen ist, eine die Wissenschaft vergiftende Saat ausgestreut haben, übersieht er, dass dem Philosophen die naturwissenschaftlichen Theoreme nicht die Heiligthümer sein können, die sie dem Fachmanne sind.

In seiner „Kritik der Urtheilskraft" macht Kant schon darauf aufmerksam, dass die Kräfte der materiellen Welt einen geistigen Beigeschmack besitzen. Bedenken wir, dass nach der Anschauung unserer modernen Naturwissenschaft Kraft mit Kraft sich im Gegensatz von Materie

---

*) U. A. in meiner Studie: „Der Hypnotismus, seine Stellung zum Aberglauben und zur Wissenschaft (Neuwied Heuser's Verlag 1889).

mit Materie durchdringen soll, dass Kraft ohne jedes andere materielle Substrat als den absolut leeren Raum mit unglaublicher Schnelle ihren Ort wechseln muss, dass ferner die Kräfte etwas zu wollen scheinen, so müssen wir Kant beipflichten. Ziehen wir gar noch in Betracht, dass alle unsere Sinneswahrnehmungen als von der Seele unbewusst entworfene Constructionen eine durchgeistigte Aussenwelt vergegenwärtigen, in der wir nach Descartes zwischen dem Ausgedehnten, dem Materiellen, und dem Denkenden, dem Geistigen, unterscheiden, so laufen wir eher Gefahr einem spiritualistischen Monismus als einem materiellen anheimzufallen. Der Schluss dieser Studie wird Gelegenheit bieten, die Bedeutung des Ich für die ganze Philosophie in das rechte Licht zu stellen und so dazu dienen, den geistigen Hintergrund des von uns Gedachten gebührend hervorzuheben. Wir halten dieses Fussen auf einem psychologischen Standpunkte heute für geboten, weil dieses Denken jetzt nicht mehr im Stande ist noch sein soll, die Rechte der Physik und der Chemie auf physiologischem Gebiete anzutasten, wohl aber den überschwänglichen Perspectiven des Materialisten kräftigen Abbruch zu thun. Somit ist denn die empirische Psychologie ein nothwendiger Bundesgenosse der Physik und Chemie bei allen physiologischen Forschungen.

III.

Unsere Weltanschauung weicht nicht gerade unerheblich von der Schleidens und von der du Bois-Reymonds ab, obwohl sie sich mit auf ein eingehendes Studium der Schriften beider Forscher gründet. Für uns ist der Dualismus vom erkenntnisstheoretischen Standpunkte, worauf es hier allein ankommt, dadurch als erwiesen zu erachten, dass jede Sinneswahrnehmung als eine durchgeistigte Aussenwelt anzusehen ist, die von dem Unbewussten der Seele zurechtgestaltet, von dem Ich percipirt wird, wie ich dies in einer Studie*) ausführlich erörtert und durch entscheidende Experimente bewiesen habe. Aus diesem Grunde sprechen wir denn auch von Kräften in der todten Natur, ohne im Stande zu sein, diesen Kräften jeden seelischen Beigeschmack zu nehmen, eine Thatsache, die Kant schon aus der phänomenalen Natur unserer Erkenntniss folgerte, inso-

*) Beiträge zu einer exacten Psycho-Physiologie (Halle a. S. Pfeffer).

fern die Dinge an sich durch den undurchdringlichen Schleier der Erscheinung, auf welche geistige Anschauung wir in letzter Reihe Alles begreifen müssen, der Erforschung entrückt sind. Dies macht sich sogar so weit geltend, dass wir von dem Wesen des Ich selbst nichts wissen, sondern nur von dessen Erscheinungsformen. Selbst die rein psychische Lust und Unlust sind Phänomene, welche das Ich von sich percipirt, und, so paradox es auch klingen mag, wir selbst bleiben uns Erscheinungen. Dies fühlte offenbar Hume und dies veranlasste ihn zu dem Ausspruche, dass, wenn wir das Ich suchen, wir über Bewusstseinsthätigkeiten stolpern. Man thut daher behufs Vermeidung solcher Missverständnisse gut daran, das Bewusstsein als eine Thätigkeit des ihm zu Grunde liegenden Substrates, des Ich, aufzufassen, und nicht mit dem Ich zu identificiren, was überdies vom psychologischen Standpunkte aus geboten ist.

Auf Grund der Sinneswahrnehmungen und der Organisation unseres Ich gelangen wir aber mit Descartes zu der Vorstellung von zwei, ihrem Wesen nach verschiedenen Vorgängen, als deren Träger wir Geist und Materie annehmen. Im Anschluss hieran wollen wir noch bemerken, dass wir es völlig unberechtigt finden, dass Hume und Kant, letzterer in seinen sogenannten „Paralogismen der transcendentalen Psychologie,“ die durchaus zwingende Consequenz von Descartes: aus dem Vorhandensein des Denkens auf ein denkendes Etwas, auf das Ich zu schliessen, angreifen und meinen, man könne das Ich auch als eine Summe oder ein Produkt von Bewusstseinsthätigkeiten auffassen. In seiner „Kritischen Geschichte der Philosophie“ erklärt Dühring, der in diesem Werke überall, mit Ausnahme der Fragen, welche Seele und Gott betreffen, einen beachtenswerthen Scharfsinn bekundet, von seinem monistischen Standpunkt irregeleitet, diese weit unter dem Naiven stehende Auffassung von dem Ich in nachfolgenden, im Verhältniss zu Hume und Kant noch gemässigten Worten: „Die Vorstellung von einem, (dem Denken) zu Grunde liegenden Ich oder, mit anderen Worten, von einem Subjekt des Denkens enthält bereits den Hauptfehler, der sich in der Vorstellung einer denkenden Substanz eigentlich nur deutlicher ausgedrückt findet. Es ist einer kritischen Metaphysik nicht erlaubt, das Denken in einem Ich als einer bleibenden Grundlage, Ursache oder Quelle zu verdinglichen. Der Begriff des Ich muss vielmehr so gefasst werden, dass das Ich nicht als Ursprung, sondern als Ergebniss von Bewusstseinsthätigkeiten angesehen wird.“

Für den Monisten mag es zweckmässig sein, das Ich so aufzufassen, um es im Sinne Spinoza's und seines unklaren Pantheismus als „Modus" der „Substanz" auftauchen und wieder verschwinden zu lassen, vielleicht auch für den Materialisten, der nicht recht weiss, ob er das Hirn als solches fühlen und denken lassen, oder die Schwingungen der Hirnmoleküle als Empfindungen und Gedanken auffassen soll. Für den Kritiker ist der Satz unumstösslich, dass das Denken eine denkende Substanz bedingt, der wir sachgemäss seelische Eigenschaften wie die Fähigkeit zu empfinden und zu denken zuschreiben müssen. Ob das einmal vorhandene Ich geschaffen oder ungeschaffen, ob vernichtbar oder unvernichtbar ist, darüber kann zunächst das Denken nicht entscheiden. Gelangen wir im Laufe der Untersuchungen zu der Annahme von Existenzen, die nicht fühlen, begehren, denken und wollen, so stehen diese im schroffen Gegensatz zu unserer denkenden Substanz; sie sind Materie, wir sind Geist, Hieraus folgt, dass du Bois-Reymond, der, von der Existenz des Ich überzeugt, in den Atomen todte Existenzen erkennt, als letzte Consequenz seiner eigenen Hypothesen die volle, logische Berechtigung der dualistischen Weltanschauung einräumen muss, mag es ihm wie uns auch schwer fallen, in dem ersten Auftreten des Bewusstseins auf dem einst feurigflüssigen Erdballe ein Schöpfungswunder zu erblicken. Hierbei darf nicht verkannt werden, dass alle Erscheinungen in ihrer Gesammtheit auf einen ausserhalb der Welt liegenden, geistigen Urgrund hinweisen, dessen Erforschung uns freilich verschlossen ist. Wie weit dieser geistige Urgrund unseren ethischen Anforderungen entspricht, hat mit dem Problem der Existenz der Gottheit nichts zu thun. So viel steht jedoch fest, dass nicht bloss das Gefühl, sondern auch der Alles ergründen wollende Verstand seine Zuflucht zur Annahme eines geistigen Urquelles nehmen muss, wenn der Verstand den Muth besitzt, die Konsequenzen des Denkens zu ziehen.

Dies erkennt auch Lotze an, indem er die Religionsphilosophie als eine nothwendige Ergänzung und einen nothwendigen Abschluss alles Philosophirens betrachtet. Die Welt ist sich mithin unserem Denken gemäss nicht selbst genug, sie bedarf zu ihrer harmonischen Einheit eines geistigen Hintergrundes. So verlangt es das Denken. Wie weit die Wirklichkeit unserem Denken jedoch entspricht, bleibt unergründlich. Dass aber die dualistische Weltanschauung, bei dem Versuche, sie consequent durchzuführen, nicht nur auf Unwahrscheinlichkeiten, sondern auch auf Widerspruch stösst, ist in diesem erkenntniss-

theoretischen Essay um so mehr betont, als diese Schwächen die Annahme einer monistischen Anschauung bis zu einem gewissen Grade rechtfertigen. Trotzdem aber bleibt der Dualismus die allein brauchbare Hypothese für die Erklärung der uns umfangenden Phänomene, welche jeder anderen Weltanschauung aufs Entschiedenste widerstreben. Indem wir uns aber stets bewusst bleiben, dass wir die Welt durch das Auge des Geistes kennen, können wir das Geistige nicht aus Dem herleiten, was wir, um es dem Verständnisse näher zu rücken, selbst entseelt haben, wenn wir nicht unsere eigenen psychologischen Zergliederungen Lügen strafen wollen. Das „Cogito, ergo sum" ist der allein richtige Ausgangspunkt der Philosophie, wie dies Ulrici im vollsten Maasse zu würdigen wusste, der hiermit jede monistische Anschauung, die darauf hinausläuft, die Existenz des gedachten Ganzen bereitwilligst zuzugeben, die Existenz der Individuen aber in Abrede zu stellen, erfolgreich bekämpft.

In Anbetracht des Pantheismus, der die „Substanz" als allein existirend erachtet, während er im „Denken" und in der „Ausdehnung", in geistigen und materiellen Vorgängen also, nur „Attribute" der einheitlichen „Substanz" erblickt, bemerken wir noch, dass es geradezu widersinnig ist, anzunehmen: dass wir als „Modi" dieser einheitlichen Grundlage, d. h. als der einheitlichen Substanz angehörend, zu einer zweifachen Auffassung von ihr und uns gelangen sollen, während das System ausdrücklich Einheit verlangt. Dass der Pantheist bei der Aufgabe der Individualität jedes tragfähige Fundament seiner Lehre verliert, mag hier nur angedeutet sein. Es mag dies genügen, um eine an sich so unklare Weltanschauung, wie der Pantheismus ist, zu widerlegen, welche allein in dem Wunsche, Geistiges und Materielles in Zusammenhang zu bringen, als berechtigt zu erachten ist. Geist aber aus dem Leblosen herleiten zu wollen, ist, wie gezeigt, widersinnig. Hiervon kann sich selbst der Materialist überzeugen, wenn er ernstlich die Frage sich vorlegt: was da empfindet und denkt, ob es die Materie als solche ist oder ob die Bewegung der Hirnatome sich zum Bewusstsein kommt und so die Empfindung und den Gedanken ausmacht. Ist das Seelische ein Nervenstrom oder eine Ausscheidung von Kohlensäure? Die neue Jäger'sche Hypothese, nach der die Seele als eine chemische Verbindung von Lust- und Schmerzstoffen anzusehen ist, eine Verbindung, welche, je nachdem sich Stoffe von der einen oder von der andern Art ausscheiden, zu angenehmen oder unangenehmen Erregungen Veranlassung giebt, ist zu

hinfällig, um hier anders als der Vollständigkeit halber berücksichtigt zu werden.

So brauchen wir denn nicht, wie Huxley meint, zum Hume'schen Skepticismus unsere Zuflucht zu nehmen, um der „Lache des Materialismus" und dem „von uns selbst geschaffenen Gespenst der Nothwendigkeit" zu entrinnen. Immerhin ist es nothwendig, Gründe- und Gegengründe für den Materialismus abzuwägen, wobei man jedoch nicht übersehen darf, dass Sinneswahrnehmungen nur symbolische Bedeutung zukommt. Die dualistische Weltanschauung und die oft mit ihr verbundene Hypothese von der Willensfreiheit führen aber zu der unserem Denken widerstrebenden Folgerung, dass nicht einmal das Reich der Materie dem strengen Causalnexus unterworfen ist, da ein durch den Willen bedingtes Eingreifen in dasselbe, die angelegte Reihe von Ursache und Wirkung zu durchbrechen vermag. Denn, um mit Kant zu sprechen: die Annahme eines freien Willens ist gleich dem Zugeständnisse der Möglichkeit, ein nicht genügend begründetes Glied einer neuen Causalitätsreihe zu setzen. — Dies macht es somit ersichtlich, dass wir den Begriff Ursache als die Summe aller Factoren zu definiren haben, die ein bestimmtes Geschehen bedingen, und nicht, wie üblich, als den zeitig letzten Factor, den Anlass, der einen Umschlag der Ursache herbeiführt.

Trotz der Schärfe dieser Definition, die aus unserem rein theoretischen Denken fliesst, sind wir nicht im Stande, wie gezeigt, aus ihr die Thatsache des Sichentschliessens herzuleiten. Es geht uns hier wie mit dem fliegenden Pfeile des Eleaten Zeno. Wir beweisen unumstösslich, dass der fliegende Pfeil sich nicht bewegen kann, da er in jedem Zeitmoment ruhen und so die Bewegung aus ihrem Gegentheil, aus Ruhe, bestehen müsste und glauben dennoch auf Grund der Erfahrung an die Ortsveränderungen der Gegenstände. Das Sein der Eleaten und das ewige Werden Heraklit's sind und bleiben für das Denken sich ausschliessende Annahmen, und doch verläuft unser ganzes Denken in diesen sich widersprechenden Annahmen. Das feinsinnige Raisonnement der die Alleinheit des Seins feststellenden Eleaten bietet uns aber einen Ausgangspunkt, unseren Causalitätsbegriff zu verschärfen. E. Dühring, der den Tropen des Zeno insofern gerecht wird, als er voll und ganz die Schwierigkeit ihrer Widerlegung begreift, erklärt in seiner kritischen Geschichte der Philosophie: „Was ist die Bewegung in einem ausdehnungslosen Zeitpunkt der Bahn? Von welcher metaphysischen Tragweite eine derartige Frage sei, erkennt man, wenn man sie, anstatt blos für die Bewegung,

für die ganze Welt der Veränderungen stellt und etwa in den Satz fasst: „Was ist die Welt oder das Sein in einem ausdehnungslosen Zeitpunkt?" „Dühring beantwortet diese Frage in Anbetracht des fliegenden Pfeils in dem Sinne, dass in einem derartigen Zeitpunkte der Pfeil weder fliegt noch ruht, da sowohl zur Bewegung wie zur Ruhe Dauer gehöre. Abgesehen davon, dass diese Auffassung behufs des Verständnisses des vorliegenden Problems Nichts leistet, ist sie noch durchaus unrichtig; denn, angenommen: derselbe Körper durchlaufe denselben Weg das zweite Mal mit einer doppelt so grossen Kraft als das erste Mal, so folgt hieraus, dass er in jedem Ruhestadium doppelt so lange verweilt als das erste Mal. Erst ein Körper, der mit einer unendlich grossen Geschwindigkeit den Weg durchliefe, würde in einem ausdehnungslosen Zeitpunkte, in der Gegenwart also, ruhen. Jeder andere bewegte Körper verweilt länger als einen ausdehnungslosen Zeitpunkt an einer bestimmten Stelle des Raumes. — Diese Betrachtung lehrt denn auch, dass eine und dieselbe Zeiteinheit eine ungleiche Zahl von aufeinander folgenden Ursachen und Wirkungen ausfüllen kann, und macht es so verständlich, dass bei einem sehr schnellen Umschlage von Ursache in Wirkung der Schein auftreten kann, als sei die Kraftgrösse der Ursache bisweilen viel kleiner als die ihrer Wirkung, wie z. B. bei der Explosion von Schiesspulver, beim Zusammensturze eines Gebäudes u. s. w.

Nach E. Dühring's Bericht soll Robert Mayer bei seinen Forschungen über das Gesetz von der Erhaltung der Kraft auf die Frage gestossen sein: ob die Kraftgrösse der Ursache immer gleich der der Wirkung sei, und auf Grund von Detonationen u. s. w. die Hypothese von der Ungleichheit der Kraftgrösse von Ursache und Wirkung in gewissen Fällen nicht als ausgeschlossen erachtet haben. Wir verlangen selbstverständlich, dass, wenn das besagte Gesetz volle Gültigkeit beanspruchen soll, die Kraftgrösse der Ursache stets die ihrer Wirkung ist.

Ziehen wir jetzt in Betracht, dass behufs Zersetzung aller explosiven Materie wegen der losen Bindung der Atome nur wenig Kraft erforderlich ist, d. h. nur wenig Widerstand zu überwinden ist, so trägt diese Thatsache nicht wenig zu der von uns aufgestellten Hypothese der zeitlich ungleichen Aufeinanderfolge von Ursache und Wirkung bei.*) Wie jedoch bei dieser discreten Anschauung von der Natur der Bewegung der Körper von einer Ruhelage ohne Zeitverlust in die andere geräth, bleibt ein

*) Vergl. „Ueber den Begriff der Kraft u. s. w." von Dr. Eugen Dreher. Berlin. Dümmler.

Räthsel, welches selbst keine metaphysische Betrachtung zu lösen vermag. Vom erkenntniss-theoretischen Standpunkte aus ist aber die Bewegung als das Resultat eines unbewussten Schlusses anzusehen, welches das Ich in Form einer Sinneswahrnehmung percipirt. Diesem Schlusse liegt aber die Prämisse zu Grunde, dass derselbe Gegenstand zu verschiedenen Zeiten verschiedene Stellen im Raume einnehmen kann. Da aber der Raum schon subjectiver Natur ist, so muss auch die sich in ihm vollziehende Bewegung als subjectiv zu erachten sein, höchstens als ein Symbol eines dem „Ding an sich" angehörigen Etwas. Hieraus folgt denn, dass die Causalität, die wir in der Welt der Materie, wo alles auf Bewegung hinausläuft, vermuthen, subjectiver Natur ist. Hiermit bestätigen wir im gewissen Sinne die erwähnte Hume'sche Auffassung von der Causalität in Anbetracht materieller Vorgänge. Was nun die Causalität auf dem Gebiete des Geistes betrifft, so waltet hier ein etwas anderes Verhältniss. Obwohl die Anschauungsform der Zeit auch zunächst seelischer Natur ist, so lässt sich dennoch nicht von ihr wie von der des Raumes nachweisen, dass sie nicht das getreue Spiegelbild einer objectiv vorhandenen Zeit ist. Ja, das Gefühl eines gewissen Zwanges, das wie das Gefühl einer gewissen Freiheit alle unsere Vorstellungen begleitet, scheint sogar dafür zu sprechen, dass wir hinsichtlich Zeit und Causalität auf geistigem Gebiet das Ding an sich von Angesicht zu Angesicht schauen. Da aber, wie schon erwähnt, unsere Kenntniss von dem Ich auch nur phänomenaler Natur ist, so sind auch Zeit und Causalität auf geistigem Gebiet mit grösserem Recht als Symbole denn als Spiegelbilder von Realitäten zu erachten.

Immerhin macht diese Betrachtung aber verständlich, warum wir uns das Wesen der Kraft nicht frei von geistiger Zuthat denken können und warum unser Causalitätsbegriff viel entwickelter in Anbetracht der Materie als des Geistes ist, so dass wir uns, wie schon erwähnt, eine Resultirende des Bewusstseins in Folge einwirkender verschiedener Impulse gar nicht vorstellen können, obwohl es sehr verständlich klingt, wenn wir behaupten, dass Ich folgt einer durch innere und äussere Causalität bewirkten Resultanten.

Nachdem wir nachgewiesen haben, dass sich sowohl der Beweis für das Vorhandensein eines strengen Causalnexus in allen Naturerscheinungen als auch der für eine gewisse Durchbrechung dieser Kette von Ursache und Wirkung führen lässt, womit das Problem der Willensfreiheit den „Antinomieen" zugezählt werden muss, und wir gesehen haben, dass die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein der Willensfreiheit grösser als für das

für die ganze Welt der Veränderungen stellt und etwa in den Satz fasst: „Was ist die Welt oder das Sein in einem ausdehnungslosen Zeitpunkt?“ „Dühring beantwortet diese Frage in Anbetracht des fliegenden Pfeils in dem Sinne, dass in einem derartigen Zeitpunkte der Pfeil weder fliegt noch ruht, da sowohl zur Bewegung wie zur Ruhe Dauer gehöre. Abgesehen davon, dass diese Auffassung behufs des Verständnisses des vorliegenden Problems Nichts leistet, ist sie noch durchaus unrichtig; denn, angenommen: derselbe Körper durchlaufe denselben Weg das zweite Mal mit einer doppelt so grossen Kraft als das erste Mal, so folgt hieraus, dass er in jedem Ruhestadium doppelt so lange verweilt als das erste Mal. Erst ein Körper, der mit einer unendlich grossen Geschwindigkeit den Weg durchliefe, würde in einem ausdehnungslosen Zeitpunkte, in der Gegenwart also, ruhen. Jeder andere bewegte Körper verweilt länger als einen ausdehnungslosen Zeitpunkt an einer bestimmten Stelle des Raumes. — Diese Betrachtung lehrt denn auch, dass eine und dieselbe Zeiteinheit eine ungleiche Zahl von aufeinander folgenden Ursachen und Wirkungen ausfüllen kann, und macht es so verständlich, dass bei einem sehr schnellen Umschlage von Ursache in Wirkung der Schein auftreten kann, als sei die Kraftgrösse der Ursache bisweilen viel kleiner als die ihrer Wirkung, wie z. B. bei der Explosion von Schiesspulver, beim Zusammensturze eines Gebäudes u. s. w.

Nach E. Dühring's Bericht soll Robert Mayer bei seinen Forschungen über das Gesetz von der Erhaltung der Kraft auf die Frage gestossen sein: ob die Kraftgrösse der Ursache immer gleich der der Wirkung sei, und auf Grund von Detonationen u. s. w. die Hypothese von der Ungleichheit der Kraftgrösse von Ursache und Wirkung in gewissen Fällen nicht als ausgeschlossen erachtet haben. Wir verlangen selbstverständlich, dass, wenn das besagte Gesetz volle Gültigkeit beanspruchen soll, die Kraftgrösse der Ursache stets die ihrer Wirkung ist.

Ziehen wir jetzt in Betracht, dass behufs Zersetzung aller explosiven Materie wegen der losen Bindung der Atome nur wenig Kraft erforderlich ist, d. h. nur wenig Widerstand zu überwinden ist, so trägt diese Thatsache nicht wenig zu der von uns aufgestellten Hypothese der zeitlich ungleichen Aufeinanderfolge von Ursache und Wirkung bei.*) Wie jedoch bei dieser discreten Anschauung von der Natur der Bewegung der Körper von einer Ruhelage ohne Zeitverlust in die andere geräth, bleibt ein

*) Vergl. „Ueber den Begriff der Kraft u. s. w.“ von Dr. Eugen Dreher. Berlin. Dümmler.

eines unbedingten Determinismus ist, insofern die Annahme des Determinismus der Thatsache des Sichentschliessens widerspricht; wollen wir jetzt noch die ethischen Consequenzen der Voraussetzung von Freiheit und Nothwendigkeit in Betracht ziehen.

Diesen Consequenzen konnten wir aber von vornherein deswegen keine Beachtung zollen, weil unsere Wünsche, so edler Natur sie auch sein mögen, uns nicht bestimmen dürfen, nur Das für wahr zu halten, was uns im Innersten der Seele sympathisch ist, indem diese Wünsche höchstens dafür sprechen, dass sie in Wirklichkeit realisirt sind, resp. realisirt werden. Sollte aber auch das Licht der Wahrheit das Leben als das schrecklichste Trauerspiel erscheinen lassen, dessen Ende nach Buddha und seinen modernen pessimistischen Nachfolgern die beste Lösung des Welträthsels ist, so darf dennoch nicht der Philosoph sich der Erkenntniss verschliessen, wenn er nicht auf seinen Beruf Verzicht leisten will.

Dass aber die Folgerungen auf ethischem Gebiete, die wir aus dem Determinismus und dem Indeterminismus ziehen, in jeder Hinsicht dringend auf die Annahme der Willensfreiheit hinweisen, kann nicht in Zweifel gezogen werden, wenn man bedenkt, dass in der Annahme der Freiheit allein der Grund für die Belohnung des Guten und für die Bestrafung des Bösen liegen kann.

Ferner ist der deterministische Gedanke: etwas für wahr oder unwahr halten zu müssen-, nicht weil es an sich wahr oder unwahr ist, sondern weil unser Urtheil so und nicht anders ausfallen kann, etwas für den philosophischen Kopf Erdrückendes. In jeder Lebenslage aus innerem und äusserem Zwang Das thun zu müssen, was in dem Weltcalcül seit Ewigkeiten vorgeschrieben ist, was die Fäden der Nothwendigkeit verlangen, denen unser Ich auch dann blindlings folgen muss, wenn sie ihm, als ihm selbst angehörig congenial sind, ist ein ebenso trostloser Gedanke für den Philosophen, wie die Empfindung eines durchgreifenden Zwanges für den Gemüthsmenschen ein unerträgliches Gefühl sein würde.

Wir können daher du Bois-Reymond nicht beistimmen, wenn er im Anschluss an die erwähnte Rede bemerkt, dass sich in einem Briefe des Abbé Galiani eine der „merkwürdigsten Auseinandersetzungen“ des Problems der Willensfreiheit findet, weil die Ansicht dieses geistreichen, aber in religiösen Dogmen befangenen Denkers auf das unrichtige Raisonnement hinausläuft, das Gefühl der Willensfreiheit sei in moralischer Hinsicht ebenso viel werth wie die Willensfreiheit selbst, da es dieselben ethischen Wirkungen hervorbringe. Hierbei übersieht offen-

bar Galiani, dass wir der Willensfreiheit zufolge nicht genügend begründete Handlungen thun, während wir bei der Voraussetzung des Determinismus durchaus motivirt handeln müssen. Galiani's Deduction des Problems der Willensfreiheit liefert aber einen Beleg dafür: wie wenig scharf im allgemeinen, selbst von philosophisch geschulten Köpfen, diese brennendste aller Fragen gefasst wird, so dass wir auf Grund eigener Erfahrung behaupten können, dass das blosse Verständniss des Problems der Causalität einen Maasstab für die philosophische Reife eines jeden Denkers liefert.

Hierbei kommt es sachgemäss nicht auf die Entscheidung an, die einer trifft, sondern auf die Gründe: warum er sich zu der Annahme der Nothwendigkeit oder der Freiheit bekennt, oder die Entscheidung ablehnt. Soviel steht jedoch fest, dass die volle Einsicht und Ueberzeugung von der in uns angelegten Denkforderung, dass jedes Geschehen eine hinreichende Ursache haben muss, so einleuchtend dies Axiom auch später erscheint, ganz allmählich erworben wird, womit jedoch, wie gezeigt, die (objective) Wahrheit dieses Axioms keineswegs verbürgt ist. Das Gefühl der Willensfreiheit ist ein so mächtiges, dass es selbst die psychologischen Deterministen zu groben Inconsequenzen verleitet, wofür die Geschichte der Philosophie die besten Beläge liefert.

Was aber den ethischen Werth der Freiheit anbetrifft, so darf man diesen nicht überschätzen. Mit gutem Grunde haben Deterministen darauf hingewiesen, dass die Willensfreiheit keine Verantwortlichkeit bedinge, weil die Entscheidung nach indeterministischer Ansicht in letzter Instanz als unbegründet, als willkürlich zu erachten sei. Da aber eine unbegründete Wahl weder das Gute noch das Böse, das Wahre noch das Unwahre bezwecke, so sei ihr moralischer Werth abzusprechen. Wir haben auf diese wohl erwogene, überraschende Argumentation zunächst zu erwidern, dass eine grundlose Entscheidung als eine causa sui anzusehen ist und so nicht mit dem Maassstabe der Causalität gemessen werden darf, womit wir freilich die Freiheit in ein transcendentales Gebiet hineinspielen, wo nicht die Logik, sondern der Glaube entscheidet. Ist der von uns erhobene Einwand auch nicht von der Hand zu weisen, so documentirt doch seine Aufrechterhaltung seine Schwäche und zeigt, wie sehr wir veranlagt sind, alles Geschehen unter der Kategorie der Nothwendigkeit zu denken. — Ferner ist nicht zu verkennen, dass, wenn es in unserer Hand liegt, uns für das Gute und Böse, für das Wahre und Unwahre zu entscheiden, wir wenigstens durch die Wahl die angelegte Weltordnung nach der

einen oder anderen Richtung hin kreuzen können, was freilich in jedem Falle zu einer zweifelhaften Verantwortlichkeit führt. Doch mag dem sein, wie ihm wolle, so viel steht sicher fest, dass die Gewissheit: wir haben nicht die „schwarzen Loose" gezogen, können daher die weissen so gut wie die schwarzen wählen, etwas Beruhigendes für das Gemüth, wenn auch nicht gerade für den Verstand, besitzt. — Als eine rein psychologische Ergänzung zu den zuletzt angeregten Fragen verweise ich auf eine Abhandlung von mir: „Freiheit und Nothwendigkeit", welche ich schon im Jahre 1881 in dem 29. Bande der „Zeitschrift für Philosophie u. s. w." von Ulrici (Halle a. S., Pfeffer) veröffentlicht habe, eine Abhandlung, in der ich die Inconsequenzen unseres Denkens in Anbetracht der Annahme der Freiheit, resp. der der Nothwendigkeit in dem socialen Zusammenleben nachgewiesen und die Berechtigung der Hypothese der Autonomie des Geistes klargelegt und an ästhetischen Genüssen erläutert habe.

Da aber „auf dem schwankenden Pfahlroste der Metaphysik" Eins das Andere, selber schon stürzend, umzureissen trachtet, wir uns aber in dem Leben für das Eine oder Andere entscheiden müssen, so können wir es Kant nachfühlen, warum er, den ewigen Zweifeln der Metaphysik zu entfliehen, eine „Kritik der praktischen Vernunft" entworfen hat, wo die Erfahrung darüber richten soll, welche Ansicht von sich widersprechenden Annahmen die richtige ist. Dass diese Kritik aber zu wenig Anknüpfungspunkte mit der „Kritik der reinen Vernunft" bietet, wodurch die Kant'sche Philosophie einen Zwiespalt aufweist, der trotz der vermittelnden Rolle der Kritik der Urtheilskraft zu wenig motivirt ist, kann kein Grund sein, die Wissenschaft davon abzuhalten, auf einem skeptischen Fundamente durch die Ausschlag gebende Erfahrung gerechtfertigte dogmatisches Lehrgebäude aufzurichten.

Somit stellen wir es unseren Untersuchungen gemäss als wahrscheinlich hin, denn nur um Wahrscheinlichkeit kann es sich in dogmatischer Philosophie handeln: dass ein strenger Causalnexus alles materielle Geschehen regelt, während im Gebiet des Geistes mehr oder minder beschränkte Freiheit herrscht, womit an und für sich schon materielle Vorgänge aus zwei grundverschiedenen Quellen fliessen. Unsere Rechtswissenschaft bestraft somit den Missbrauch der Willensfreiheit, indem sie voraussetzt, dass jeder das Sittengesetz kenne und Strafe verdiene, wenn er die ihm verliehene Freiheit wissentlich zu Gunsten des Verbots geltend macht. (Vergl. „Ueber

das Sittengesetz" von Dr. Eugen Dreher. Zeitschrift für Philosophie von Ulrici 1882. 21. Band). Ferner müssen wir es für wahrscheinlich halten, dass Geist und Materie sich zu beeinflussen vermögen und zwar bis zu dem Grade, dass sich die gleichzeitigen Vorgänge beider Principien ganz oder fast ganz entsprechen. Eine Nebenuntersuchung hat hierbei aufs unzweideutigste herausgestellt, dass das Gesetz von der Erhaltung der Kraft in den Naturwissenschaften nicht als Axiom anzusehen ist, sondern überall der Bestätigung durch Erfahrung und Theorie bedarf, ein Umstand, der durch den Begriff Kraft und durch unsere herrschenden naturwissenschaftlichen Hypothesen und Theorieen bedingt ist.

In gleicher Weise hat aber auch dieser Essay herausgestellt, dass das Gesetz von der Erhaltung der Kraft einer der wichtigsten Maassstäbe für das Zutreffende unserer naturwissenschaftlichen Ansichten ist, und, was das Wichtigste ist, dass wir in allen Gebieten des Wissens nach zureichenden Gründen, so weit es sich eben thun lässt, forschen müssen, da der Verstand in dieser Erkenntnissform allein volle Befriedigung findet.

Schliesslich wird es hier angemessen sein, eine Frage zu erörtern, welche Schopenhauer auf seine unberechtigte Unterscheidung von Ursache und Grund dennoch mit Erfolg, wenngleich mit äusserlichem, angeregt hat, indem er die Ursache als Realgrund im Gegensatze zu dem gewöhnlichen als dem Erkenntnissgrunde betrachtet. Hiernach sollen Grund und Ursache nicht immer zusammenfallen, wie nachfolgendes Beispiel lehrt. Wir sehen, dass das Thermometer gestiegen ist, und schliessen hieraus auf eine Temperaturzunahme. Der „Grund" der vermehrten Wärme soll hiernach der höhere Stand des Thermometers sein, während doch dieser Stand bloss der Grund für den Schluss auf die vermehrte Wärme ist, und somit als wirkliche psychische Ursache dieses Schlusses diesem auch vorangeht. In gleicher Weise schliessen wir aus dem Vorhandensei von zwei gleichen Seiten in einem Dreiecke auf das Vorhandensein von zwei gleichen Winkeln. Hierbei ist das Vorhandensein der beiden gleichen Seiten keineswegs der Grund für das Vorhandensein der beiden gleichen Winkel, sondern nur der Grund für den daraus gezogenen Schluss, indem Seiten und Winkel sich gleichzeitig bedingen, der Causalität also, die ohne Zeit nicht zu denken ist, keine Rechnung getragen wird.

Die Unterscheidung von Realgrund und Erkenntnissgrund ist somit hinfällig, indem der Erkenntnissgrund stets ein psychischer Realgrund ist. Andererseits ist alles,

was wir als Ursache der Naturerscheinungen muthmassen, nichts weiter als Erkenntnissgrund, womit die causalgemässe Erklärung der Phänomene sich in letzter Reihe als die Aufgabe aller Philosophie erweist. Selbstverständlich erlangen bei dieser rein phänomenalen Erkenntniss der Dinge Raum, Zeit, Bewegung und Causalität, obwohl sie, wenigstens zunächst, subjectiver Natur sind, nicht bloss symbolischen, sondern auch objectiven Werth, indem sie die unvermeidlichen Formen unseres Gedankeninhaltes bilden. — Wenn daher Wilhelm Wundt in seinem neuesten Werke: „System der Philosophie“ (Leipzig, Engelmann 1889) in Betreff der Schwierigkeit oder, richtiger gesagt, in Betreff der Unmöglichkeit der Erkenntniss der Dinge an sich behauptet: „Alle diese Schwierigkeiten fallen nun hinweg, sobald wir von vornherein an der Thatsache festhalten, dass Object und Vorstellung ursprünglich identisch sind u. s. w.“ und so die Annahme der phänomenalen Natur unserer Erkenntniss (Seite 142) zu beseitigen sucht, so widerstrebt dies den Gesetzen der Psycho-Physiologie, welche die Sinneswahrnehmungen (wie die Traumbilder) als (unbewusst entworfene) psychische Construktionen kennen lehrt, die dem Ich zum Bewusstsein gelangen. Ausserdem dienen derartige, nicht sachgemässe Deductionen nur zur Verdunkelung, statt zur Erhellung der Probleme. — Selbst Schopenhauer irrte, wie schon angedeutet, als er glaubte, den Isisschleier der Erscheinung beim Ich durch die Annahme heben zu können, dass das Ich, indem es seine eigenen Erregungen beobachtet, zugleich Subject und Object sei, weil selbst bei den subjectivesten Wahrnehmungen, bei den Gemeingefühlen, das Ich, was Schopenhauer übersieht, nur Thätigkeiten von sich, nicht sich selbst gewahr wird, mithin blosse Erscheinungsformen percipirt.

Würde du Bois-Reymond, der immer noch etwas unter der Herrschaft des einst von ihm vertretenen Materialismus steht, der Erkenntniss von der phänomenalen Natur unseres Begreifens die ganze Tragweite beimessen, die sie zu beanspruchen hat, so würde er bei seiner skeptischen, echt naturwissenschaftlichen Zergliederung der Phänomene mehr zu der dualistischen als der monistischen Weltanschauung hinneigen und so der empirischen Psychologie ihre volle Berechtigung in der Physiologie einräumen. Hierbei verliere man nie aus dem Auge, dass wir die Welt der Materie mit ihren Atomen und deren Kräften nur durch das Ich, d. h. durch den Geist kennen, und dass somit das Geistige verbürgter als das Materielle ist.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche naturwissenschaftliche Abhandlungen.

Heft 12.

Das

Räthsel des Hypnotismus.

Von

Dr. Karl Friedr. Jordan.

Sonder-Abdruck aus der

„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“

Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1890.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Es ist das gewöhnliche Schicksal derjenigen neuen Naturerscheinungen, welche aus dem Rahmen des Herkömmlichen und Gewohnten heraustreten und zur Bildung eigenartiger wissenschaftlicher Anschauungen auffordern, dass eine Zeit lang ihr thatsächlicher Inhalt ohne weiteres von der grossen Masse der Gelehrten und Nichtgelehrten angezweifelt wird und dass die Personen, welche für die Richtigkeit der behaupteten Thatsachen eintreten, der Anfeindung und Verspottung anheimfallen. Eine ehrliche Prüfung der Erscheinungen wird von den Gegnern zurückgewiesen, und so lange dauert der Widerstand, bis die Zahl der vorurtheilslosen Männer, denen die heilige Wahrheit über alles geht und deren echter Forschergeist daher auch in das fremde Gebiet ein- und in ihm vorwärtsdringt, so gross geworden ist, dass ihrem Druck die Schulmeinung nachgeben muss.

Dann sucht man die neuen Erscheinungen in Einklang mit den bisher bekannten und Allen geläufigen zu bringen; und schliesslich stellt man ihre Unterschiede von den letzteren fest, um so eine Erklärung für sie zu finden und sich über die Bereicherung der wissenschaftlichen Anschauungen, die aus ihnen zu schöpfen ist, klar zu werden.

Gegenüber den hypnotischen Erscheinungen sind wir jetzt an dem zweiten Punkte angelangt. Wir bemühen uns gegenwärtig, sie unserem Verständniss dadurch näher zu bringen, dass wir ihnen einen Platz neben oder inmitten anderer Thatsachen einräumen, die uns seit lange wohl bekannt, mit denen wir durchaus vertraut sind, wenngleich auch ihr Grund und Wesen uns ebenfalls verschlossen ist. Dies unser Bestreben ist ein vollkommen berechtigtes; indessen dürfen wir bei demselben nicht

stehen bleiben, sondern müssen alsbald den Blick auch auf dasjenige an den genannten Erscheinungen richten, wodurch sie sich von den bekannten Thatsachen unterscheiden und uns als eigenartig entgegengetreten sind. Auf diese Weise wird unsere Erkenntniss wirklich gefördert, werden wir selbst dem Wesen und damit der Erklärung des Neuen — und des Alten näher geführt.

Diese Gesichtspunkte, insbesondere der stete Hinblick auf das Bekannte (sei es, um Aehnlichkeiten, oder um Unterschiede zu ergründen) sollen im Folgenden, in dem wir die hypnotischen Erscheinungen einer Erörterung unterziehen wollen, festgehalten werden. Wir wollen dabei nicht unterlassen, die schon bisher aufgetauchten Hypothesen über das Wesen des Hypnotismus zu berühren und auch der Bedeutung des letzteren für Psychologie, Rechtspflege und Erziehungswesen zu gedenken.

Das Gebiet der hypnotischen Erscheinungen ist ein sehr weites und leider nicht allseits fest begrenztes, so dass es schwer hält, für das Wort Hypnose*) eine Begriffsbestimmung zu geben, welche sowohl die hypnotischen Thatsachen vollständig umfasst als auch alle anderen ausschliesst. Auf alle Fälle haben wir es in der Hypnose mit einem — gegen den normalen, wachen — veränderten Seelenzustand des Menschen zu thun, dessen Aeusserungen durch einen fremdartigen, aber bekannten und uns zugänglichen Einfluss hervorgerufen werden.**) Aber als einen diesem ähnlichen veränderten Seelenzustand müssen wir auch den Schlaf mit oder ohne Traum und das Schlafwandeln (Somnambulismus) sowie diejenigen Zustände bezeichnen, in welchen der Mensch Sinnestäuschungen (Hallucinationen oder Illusionen) erfährt oder ohne Bewusstsein Handlungen von der Eigenart willkürlicher ausführt (epileptoider Zustand).

Mit unserer Begriffsbestimmung des Wortes Hypnose

---

*) Die Hypnose ist der Zustand, in welchem sich ein Hypnotisirter befindet.

**) Dieser fremdartige Einfluss kann auch im Menschen selber liegen, worüber Genaueres bald folgen wird.

ist der Unterschied des Hypnotismus von dem sogenannten Spiritismus festgestellt. Es ist wichtig, diesen Unterschied auch denjenigen Kreisen gegenüber, welche im allgemeinen mit den Erscheinungen beider Gebiete bekannt sind, nachdrücklich hervorzuheben, da es oft genug vorkommt, dass solche an einem angeblichen „Medium“ auftretende Vorgänge als spiritistische gedeutet werden, die doch nur in den Bereich der gewöhnlichen hypnotischen Suggestion oder der derselben anzureihenden übersinnlichen Gedankenübertragung oder Telepathie (deren thatsächliches Vorhandensein übrigens nicht unangefochten ist) gehören.*) Als eigentlich spiritistische Erscheinungen müssen wir diejenigen bezeichnen, welche einem unbekannten und uns unzugänglichen Einfluss zuzuschreiben sind und sich meist nicht an einer Person, sondern an — leblosen — Dingen abspielen, für deren Zustandekommen aber die Vermittlung einer gewissen Person, die daher eben den Namen „Medium“ führt, vonnöthen ist.

Erst in künftiger Zeit, wenn das Wesen des Hypnotismus, des Spiritismus sowie der mit diesen im Zusammenhange stehenden Gebiete, wie des thierischen Magnetismus oder Mesmerismus, der Wirkungen des Ods und des Jägerschen Lebensagens, der Telepathie u. s. w. gründlicher bekannt sein wird, wird man eine sachgemässe Eintheilung sämmtlicher in Betracht kommender Erscheinungen vornehmen können; bis jetzt muss man es sich an der durch die zeitliche Entwickelung begründeten Gliederung, wenn sie nur halbwegs bestimmt und verständlich ist, genügen lassen; es kommt zunächst überhaupt weniger auf die logische Zusammenfassung des Ganzen als auf die Kenntniss und das Verständniss des Einzelnen an.

Daher wollen wir nun, ohne uns weiter auf eine allgemeine Erörterung einzulassen, die einzelnen Erscheinungen der Hypnose näher ins Auge fassen.

---

*) Das gewöhnliche, im normalen, wachen und bewussten Zustande ausführbare Gedankenlesen, das man übrigens wohl besser als Muskellesen bezeichnet, hat, sofern nicht etwa auch bei ihm eine übersinnliche Gedankenübertragung mit im Spiele ist, weder mit dem Spiritismus noch mit dem Hypnotismus unmittelbar etwas zu thun.

Die Grade der Hypnose.

Wenn eine Versuchsperson auf eine der nachher genauer zu besprechenden Arten — gewöhnlich durch eine andere Person, die als Hypnotist (auch Hypnotiseur) bezeichnet wird — in Hypnose versetzt worden ist, so braucht das Bewusstsein derselben keineswegs zu schwinden. Da die meisten hypnotischen Zustände eine grosse äusserliche Aehnlichkeit mit dem Schlafe darbieten, so wird häufig angenommen, dass jenes der Fall sei. Dies ist nicht richtig. Vielmehr nimmt der Hypnotisirte in den weniger tiefen Hypnosen — den sogenannten leichteren Graden der Hypnose — alles das bewusst wahr, was um ihn herum vorgeht, so weit seine Sinneswerkzeuge überhaupt in Thätigkeit sind, und er erinnert sich nachher alles dessen, was mit ihm vorgegangen ist. Das Einzige, weshalb ein Zustand dieser Art merkwürdig ist, besteht in einer gewissen Hemmung der willkürlichen Bewegungen. Die gewöhnlichste solcher Hemmungserscheinungen ist die, dass die Versuchsperson nicht im Stande ist, die von selbst zugefallenen oder auf Befehl des Hypnotisten geschlossenen Augen zu öffnen, solange dies seitens des letzteren als unmöglich hingestellt wird. Die Oeffnung gelingt erst dann, wenn der Hypnotist sie wieder für möglich erklärt.

Diese Hemmungserscheinung sowie ein gewisses, von der Versuchsperson empfundenes Müdigkeitsgefühl sind die Kennzeichen des ersten der von A. Moll unterschiedenen drei Grade der Hypnose.*)

Um die Vorgänge innerhalb desselben unserm gewohnten Anschauungskreise näher zu rücken, führe ich eine Thatsache an, die vielleicht mancher der Leser schon — gleich mir — an sich selbst erlebt hat. Es kommt vor, dass man nach tiefem Schlafe nicht sogleich vollständig erwacht, sondern in einem Zustande des Halbschlummers auf der Ruhestätte liegt, in welchem man bereits das Tagesbewusstsein seiner selbst besitzt,

*) A. Moll, Der Hypnotismus. Berlin, Fischer-Kornfeld. 1889. S. 29. — Siehe meine Besprechung dieses Werkes: „Naturwiss. Wochenschr.“ 1889 (Bd. IV), No. 16, S. 127.

sich klar darüber ist, wo man sich befindet und dass man noch schläft, aber nicht die Kraft hat, sich aus der noch herrschenden Bewegungslosigkeit zu befreien; insbesondere gelingt es nicht, die Augen zu öffnen, wenn man auch den Willen hat, dies zu thun. Immerhin sind das Bewusstsein und der Wille, die hierbei in Thätigkeit treten, nicht klar und bestimmt, sondern noch in gewisser Weise verschwommen und geschwächt.

Angenommen, dass — wie es scheint — dieser Zustand mit dem ersten Grade der Hypnose übereinstimmt, so bestände der Unterschied zwischen beiden darin, dass der erstere als das Ende des ihm vorangegangenen Schlafes auf normalem Wege und ohne das Zuthun eines menschlichen Willens auftritt, während die Hypnose künstlich erregt wird — sei es durch einen fremden oder auch durch den eigenen Willen, welch' letzteren wir dann doch — gegenüber dem in der Hypnose herrschenden Bewusstseinszustande — als einen fremdartigen Einfluss betrachten können.

In dem zweiten Grade der Hypnose sind alle sonst willkürlichen Bewegungen oder doch eine grössere Zahl derselben der Willkür der Versuchsperson entzogen, stehen vielmehr unter der Herrschaft des Hypnotisten. Die Augen sind — wie im ersten Grade — meist geschlossen, können aber auch geöffnet sein — wie es der Fall ist, wenn dieser Grad der Hypnose durch Anstarren der Augen des Hypnotisten seitens des zu Hypnotisirenden erzielt worden ist. (Fascination.)

Führen wir einige Beispiele an, welche den Zustand im zweiten Grade der Hypnose des Genaueren verdeutlichen!

Der in Hypnose befindlichen Person wird von dem Hypnotisten der Arm in die Höhe gehoben mit dem Bemerken, derselbe sei steif; dann vermag der Hypnotisirte nicht, ihn zu bewegen, der Arm bleibt in kataleptischer Starre. Häufig (besonders, nachdem die Versuchsperson schon öfters hypnotisirt worden ist) genügt es zur Erzielung dieser Wirkung auch nur, dass der Hypnotist den Arm des Hypnotisirten, ohne zu sprechen, in die Höhe hebt.

Das Gleiche wie in diesem Beispiel gelingt für jede erdenkliche Muskelstellung des Körpers.

Sagt der Hypnotist dem Hypnotisirten, er sei stumm, könne zwar die Lippen bewegen, aber keinen Ton hervorbringen, dann vermag der Hypnotisirte trotz aller Anstrengung nicht, auf Fragen, die an ihn gestellt werden, zu antworten. Dieser Fall ist von einem anderen, äusserlich ihm ähnlichen zu unterscheiden, in welchem die Antworten unterbleiben, weil dem Hypnotisirten dasjenige, wonach er gefragt wird, aus dem Gedächtniss entschwunden ist; davon wird später zu sprechen sein.

Besonders merkwürdig ist der folgende, sich an den vorigen anschliessende Versuch. Man sage einem Hypnotisirten: „Sie können nur ihren Namen aussprechen, sonst aber sind Sie vollkommen stumm"; und mit vollster Sicherheit tritt die gewünschte Wirkung ein.*) — Hierbei ist es also gelungen, die Verrichtung der Muskeln nur für eine bestimmte Leistung zu gestatten.

Umgekehrt wie in den angegebenen Fällen kann man auch beliebige Bewegungen hervorrufen, so das Heben eines Armes u. s. w., und es ist hierbei zu unterscheiden, ob solche Bewegungen nur ohne oder sogar gegen den Willen der Versuchsperson zu Stande kommen. Die Bewegungen der letzteren Art sind fast immer durch starke Zuckungen und durch Zittern gekennzeichnet.

Wird einem Hypnotisirten gesagt, er sei betrunken und schwanke, so nimmt sein Gang alsbald die Eigenart des Ganges eines Betrunkenen an; und ähnliche Versuche, auch solche, in denen der Hypnotische statt einzelner Bewegungen verwickelte Handlungen ausführt, liessen sich in grösserer Zahl namhaft machen.

Doch wir wenden uns nunmehr denjenigen Merkmalen zu, durch welche der dritte Grad der Hypnose hauptsächlich gekennzeichnet ist. Es sind dies die Sinnestäuschungen, welche zu den im zweiten Grade sich zeigenden Erscheinungen hinzutreten.

Solche Sinnestäuschungen können im Bereiche aller

---

*) Moll, Der Hypnotismus. S. 37.

Sinne hervorgerufen werden, und zwar abermals dadurch, dass man dem Hypnotisirten die Thatsächlichkeit gewisser sinnlicher Wahrnehmungen einredet.

Wir unterscheiden die Sinnestäuschungen in die Hallucinationen, welche ausschliesslich im Gehirn ihren Ursprung nehmen, oder wie man sich ausdrückt: central (ohne äusseren Gegenstand) zu Stande kommen, und die Illusionen, welche in der falschen Deutung eines äusseren Gegenstandes bestehen. Beide kommen in der Hypnose des dritten Grades vor. So sieht eine Versuchsperson einen Hund auf sich zuspringen, wenn man ihr sagt, dass dies der Fall sei, sie hört ihn bellen u. s. w.; oder sie hält ein ihr in den Arm gegebenes Tuch etwa für ein Kind u. dergl. m. Ferner kann der Hypnotisirte sich in eine fremde Gegend versetzt glauben,*) einen schönen Garten sehen, den Blumenduft darin riechen, den Gesang der Vögel hören und der Meinung sein, in einen wohlschmeckenden Apfel zu beissen, wenn man ihm eine Kartoffel reicht, die er in den Mund steckt. Es kann in ihm die Empfindung der Wärme oder Kälte, des Wohlbehagens und des Schmerzes hervorgerufen werden.

Aber besonders wunderbar und von praktischer Wichtigkeit sind die sogenannten negativen Hallucinationen, welche in der Trugwahrnehmung des Verschwindens vorhandener Gegenstände oder überhaupt Empfindungen bestehen. So sieht ein Hypnotisirter eine Person nicht mehr, deren Abwesenheit ihm versichert wird; er hört ihre Worte nicht und fühlt nicht, wenn sie ihn berührt. Ja, wenn diese Person einen Gegenstand, etwa eine brennende Cigarre in die Hand nimmt, so bemerkt der Hypnotisirte die Cigarre, sieht die Rauchwolken davon aufsteigen und wundert oder entsetzt sich darüber, da er doch Niemand wahrnimmt, der die Cigarre hält.**)

---

*) Vergl. Goethes „Faust“: Die Zechenden in Auerbachs Keller.

**) Derartige Erscheinungen treten insbesondere bei Anwendung der später zu erwähnenden posthypnotischen Suggestionen (nachwirkenden Eingebungen) auf.

Für die Heilkunde sind die negativen Hallucinationen um deswillen von Werth, weil es durch sie gelingt, einem in Hypnose versetzten Menschen Kopfschmerzen, Zahnschmerzen u. s. w. zu nehmen oder ihn gegen den bei wundärztlichen Vornahmen (chirurgischen Operationen) auftretenden Schmerz unempfindlich zu machen.

Für die in der Hypnose auftretenden Hallucinationen und Illusionen bieten in nichthypnotischen Zuständen die vielfach zu beobachtenden Sinnestäuschungen des gesunden und des kranken (besonders geisteskranken) Menschen sowie die Traumbilder Aehnlichkeitsbeispiele dar.

Eine in dem dritten Grade der Hypnose befindliche Person kann übrigens nur von demjenigon, der sie hypnotisirt hat, beeinflusst werden, während alle Versuche von Anderen, ihre willkürlichen Bewegungen zu lenken oder ihr Sinnestäuschungen einzugeben, erfolglos sind. Nur mit dem Hypnotisten steht die Versuchsperson in Rapport.

Ausser den angegebenen Erscheinungen giebt es noch Reihen anderer, die besonders dem dritten Grade der Hypnose angehören; ehe wir diese indessen besprechen, mögen zuvor die verschiedenen Methoden erwähnt werden, mittels deren man die Hypnose erzeugen kann. Die bisher besprochenen Thatsachen sollten zunächst zur Kennzeichnung der drei verschiedenen Grade der Hypnose dienen, die übrigens, wie es sich wohl von selbst versteht, nicht scharf von einander getrennt sind, zwischen denen vielmehr zahlreiche Uebergänge vorhanden sind, so dass man auch noch mehr Grade oder Stufen der Hypnose unterscheiden könnte.**)

**) Abweichend von den drei oben geschilderten Graden der Hypnose hat der Pariser Nervenarzt Charcot nach Maassgabe der Reflexthätigkeit der Muskeln drei andere Grade unterschieden, welche er als das kataleptische, das lethargische und das somnambule Stadium bezeichnet. Wir wollen uns indessen auf eine genauere Betrachtung derselben nicht einlassen, da sie allgemein nicht den objektiven Werth haben, der ihnen von Charcot und seiner Schule beigelegt wird, sondern wahrscheinlich auf unbewusste Dressur zurückzuführen sind, von der weiter unten des Näheren die Rede sein wird.

Die Arten des Hypnotisirens.

Schon bevor von James Braid, einem englischen Arzte, der Name Hypnotismus aufgebracht worden war (1840), versetzte man Personen auf die Weise in den hypnotischen Zustand, dass man die sogenannten Striche (passes) machte, welche darin bestehen, dass der Hypnotist seine Hände in die Höhe hebt und die Handflächen parallel der Körperoberfläche der Versuchsperson und in geringem Abstande von derselben von oben nach unten bewegt (vom Scheitel etwa bis zur Magengrube), darauf die Hände in weitem Bogen nach dem Scheitel zurückführt und wie zuvor verfährt. Man nannte dies Verfahren nach dem deutschen (aus Stein a. Rh. gebürtigen) Arzte Dr. Anton Mesmer das Mesmerisiren*) und stellte die Meinung auf, dass bei der Ausführung dieser Striche eine im menschlichen Körper wirksame „magnetische Kraft" aus den Händen des Hypnotisten ausströme, welche den fremden Organismus beeinflusse.

War auf die angegebene Art der hypnotische Zustand herbeigeführt worden, dann erzielte man eine Reihe der jetzt bekannten Erscheinungen der Hypnose entweder durch gewisse Bewegungen der Hände, denen der Körper des Hypnotisirten folgte, oder durch Worte, denen die Versuchsperson gehorchte, oder auch dadurch, dass man gewisse Bewegungen oder Handlungen ausführte, welche von dem Hypnotischen nachgeahmt wurden.

Auch heut zu Tage wird das Mesmerisiren benutzt, um den hypnotischen Zustand herbeizuführen.

Eine andere Art des Hypnotisirens ist die Braid'sche Methode der Fixation. Nach dieser muss die Versuchsperson längere Zeit auf einen festen Gegenstand starren, der übrigens nicht durchaus glänzend zu sein braucht; auch ist es nicht nöthig, dass der Gegenstand so weit angenähert wird, dass eine Konvergenz der Augenachsen

---

*) Nach Dr. Moll sollen die genannten Striche von Mesmer selbst nicht angewendet worden sein; sein Verfahren war ein etwas anderes; doch kommt es darauf nicht an, es handelt sich ja hier nur um einen Namen. Es genügt vollkommen, wenn jeder weiss, was mit dem Worte „Mesmerisiren" gemeint ist.

erzeugt wird; als vortheilhaft dagegen erscheint es, ihn so hoch zu halten, dass die Augenlider möglichst angestrengt sind, um die Augen offen zu halten. Statt eines leblosen Gegenstandes benutzen viele Hypnotisten einen ihrer Finger, oder sie lassen die Versuchsperson starr in ihre Augen sehen (Fascination). Indessen halte ich es für im höchsten Grade wahrscheinlich, dass im letzteren Falle die hypnotisirende Wirkung von besonderer Art ist, da es uns schon die einfache Empfindung unzweifelhaft lehrt, dass es etwas ganz anderes ist, ob wir z. B. auf einen Knopf sehen oder ob uns der durchdringende Blick eines menschlichen Auges begegnet. Die materialistische Wissenschaft weiss allerdings mit solchen Thatsachen nichts anzufangen, sie betrachtet das lebensvollste Werkzeug unseres Organismus in gleicher Weise als todten Stoff wie etwa einen Stein oder ein Stück Holz.

Das gleiche Ergebniss, welches man bei der Fixationsmethode dadurch erreicht, dass man einen andauernden, einseitigen Sinnesreiz auf das Auge einwirken lässt, kann auch durch eine Inanspruchnahme anderer Sinne herbeigeführt werden. So kann Jemand durch das aufmerksame Anhören des Tickens einer Uhr u. dergl. m. in Hypnose fallen; oder es geschieht dies durch leichtes Streicheln der Haut oder in Folge von Wärmereizen (Auflegen warmer Metallplatten).

Eine dritte Art des Hypnotisirens, und zwar diejenige, welche gegenwärtig als die weitaus wichtigste, ja von vielen als die einzig in Betracht kommende angesehen wird, besteht darin, dass man der Versuchsperson einfach die Vorstellung des hypnotischen Zustandes bezw. einer bestimmten hypnotischen Erscheinung einflösst. Das genauere Verfahren besteht darin, dass man der Versuchsperson sagt, sie solle nur an das Einschlafen denken, und ihr dann einredet, dass sie eine zunehmende Müdigkeit empfinde, die Augen feucht und trübe werden und sie nicht mehr im Stande sei, sie offen zu halten u. s. w. Oft genügt zur Herbeiführung der Hypnose auch nur der einfache Befehl: „Schlafen Sie!“ — Und wenn der hypnotische Zustand sich eingestellt hat, dann thut der Hypnotisirte alles das, was ihm seitens

des Hypnotisten anbefohlen wird, wie das die oben gegebene Schilderung der Erscheinungen in den verschiedenen Graden der Hypnose bereits mehrfach gezeigt hat.

Diese Art des Hypnotisirens bezeichnet man als das Suggestionsverfahren oder das Suggeriren.

Die ausserordentliche Bedeutung der Suggestion (oder Eingebung) für den Hypnotismus hat zuerst der Nancyer Arzt Liébeault nachgewiesen, und die sogenannte Schule von Nancy sieht — wie er es selbst anfänglich that — in jeder Vornahme zur Erzielung der Hypnose oder eines bestimmten hypnotischen Erfolges nur eine in der äusseren Form wechselnde Art der Suggestion. So soll z. B. Jemand nach der Fixationsmethode nur deshalb in Hypnose fallen, weil er weiss, dass er durch das Anstarren eines Gegenstandes nach dem Willen des Hypnotisten hypnotisch werden soll und dass es auf diese Weise schon vielfach gelungen ist, den hypnotischen Zustand herbeizuführen. Nicht anders soll es sich mit der Wirksamkeit der mesmerischen Striche verhalten. Wenn ferner ein in Hypnose befindlicher Mensch einer Handbewegung des Hypnotisten folgt oder wenn durch Bestreichen eines Muskels derselbe sich zusammenzieht, so soll auch dies nach der Suggestionstheorie der Nancyer Schule nur so zu erklären sein, dass der Hypnotische jene Handlung als einen gegebenen Befehl ansieht und dass durch dieses Bestreichen des Muskels die Vorstellung von einer Muskelzusammenziehung in ihm erweckt wird. Auf letztere Art wird auch die Erscheinung der Nachahmungsbewegungen in der Hypnose erklärt.

Wir wollen uns an dieser Stelle noch nicht damit beschäftigen, die Suggestionstheorie kritisch zu beleuchten; dies soll späterhin im Zusammenhang mit der Erörterung der übrigen Hypothesen über das Wesen des Hypnotismus geschehen. Zuvörderst wollen wir uns nach Vorgängen im normalen Leben umsehen, welchen wir das, was uns die verschiedenen Arten der Hypnotisirung zeigen, an die Seite stellen können.

Bei der Anführung der Braid'schen Fixationsmethode wird es schon manchem der Leser eingefallen sein, dass wir auch den gewöhnlichen Schlaf, der dem hypnotischen in mehrfacher Hinsicht ähnelt, dadurch herbeiführen können, dass wir einen andauernden, einseitigen Sinnesreiz auf den einzuschläfernden Menschen einwirken lassen; und um so leichter wird die Schlafwirkung erzielt werden, je mehr der letztere seine Aufmerksamkeit dem genannten Sinnesreiz zuwendet. So schläft er ein in Folge eines eintönigen und nicht durchdringenden Geräusches, dem er lauscht (Ticken einer Uhr, sanftes Rauschen im Walde, leises Plätschern eines Springbrunnens, eintöniger Gesang — etwa eines Wiegenliedes u. s. w.), oder in Folge eines gleichmässig und ohne Heftigkeit dem Auge sich darbietenden Schauspiels (Anschlagen der Wellen an das Ufer, Wiegen der Baumwipfel u. s. w.) oder in Folge gleichmässig wechselnder Veränderung der Körperlage (wie es beim Einwiegen der Kinder der Fall ist).

H. Obersteiner hat versucht, eine Erklärung dafür zu geben, wie in den angeführten Fällen der Schlafzustand eintritt, doch wollen wir sie erst besprechen, wenn wir an die Erörterung der Theorien über den Hypnotismus gelangen, weil Obersteiner jene Erklärung zu einer Hypothese über das Zustandekommen der Hypnose erweitert hat.

Wie das Braid'sche Verfahren, so lässt sich auch der Mesmerismus mit Thatsachen des gewöhnlichen, normalen Lebens vergleichen, allerdings mit solchen, welche leider noch immer nicht seitens der sogenannten offiziellen Wissenschaft anerkannt sind. Ich habe die von Gustav Jäger nachgewiesenen gegenseitigen Beeinflussungen der Menschen im Auge, welche in Folge der Wirksamkeit eigenthümlicher Stoffe zu Stande kommen, die aus dem Protoplasma des menschlichen Körpers frei werden, diesen in all' seinen Theilen erfüllen und die verschiedenen Lebensvorgänge hervorrufen, vor allem den Grund für die Entstehung der Gemeingefühle abgeben. Zu diesen Beeinflussungen gehört z. B. die Beruhigung eines Kindes in den Armen der Mutter oder auch nur in dem von der Körperatmosphäre der letzteren erfüllten Bette; das Auf-

leben eines Greises an der Seite einer jungen Gattin; das Frischbleiben so mancher Lehrer inmitten der Jugend u. a. Dass es sich hierbei nicht lediglich um einen geistigen (psychischen) Einfluss handelt, zeigen die neuralanalytischen Versuche Jägers, nach denen durch Einathmung verschiedener menschlicher Körperdüfte die Nervenerregbarkeit gesteigert oder gemindert wird.

Gehen wir nun von den durch Jäger festgestellten Thatsachen wieder zu dem mesmerischen Verfahren über, so scheint dies nur eine künstliche Steigerung der Wirksamkeit der im menschlichen Körper enthaltenen „Lebensstoffe" *) hervorzurufen.

Schon bei dem Vergleich des mesmerischen Verfahrens, noch mehr aber bei dem nun anzustellenden der dritten Art der Hypnotisirung — der Suggestionsmethode — mit den Erscheinungen des gewöhnlichen, normalen Lebens dürfen wir die Hypnose nicht für einen blossen Schlafzustand halten, sondern müssen uns an dasjenige erinnern, was wir anfangs zur Erklärung des hypnotischen Zustandes angeführt haben. Wir betrachten daher sofort die Suggestion nicht nur, soweit sie angewendet wird, die Hypnose einzuleiten, sondern auch hinsichtlich ihres Gebrauchs zur Herbeiführung der verschiedenen Erscheinungen innerhalb der Hypnose. Und wenn wir dies thun, dann finden wir zahlreiche Anknüpfungspunkte zwischen der hypnotischen Suggestion und Vorgängen des normalen Lebens.

Einerseits kann nämlich ein Mensch dem Willen eines anderen derart unterworfen sein, dass er sich demselben — ohne dass äussere Gründe eine Zwangslage für ihn schüfen — nicht zu entziehen vermag. Andererseits zeigen uns Beobachtungen, dass eine Person häufig durch blosse Vorstellungen, die in ihrem Geiste wachgerufen worden sind, zu den entsprechenden Handlungen veranlasst wird, ohne dass dies von ihr gewollt oder beabsichtigt worden wäre.

Ich will, was den ersten Punkt betrifft, ganz ab-

---

*) Jäger nennt dieselben auch Lebensagens, Duftstoffe, Seelenstoffe. Vergl. sein Hauptwerk: „Entdeckung der Seele". 3. Aufl. Leipzig, E. Günther. 1884—1885.

sehen von solchen selteneren Beispielen, wie sie ein Napoléon I. und andere gewaltige Persönlichkeiten darbieten, die ihre Umgebung mit einem gewissen Banne belegten, den Niemand so leicht von sich abzuschütteln innerlich vermochte, wenn er es auch wohl gewagt hätte. Im alltäglichen Leben finden wir Fälle genug, welche uns Aehnliches zeigen. Die meisten Leser werden gewiss schon selbst willensschwache Menschen kennen gelernt haben, welche sich durch andere Personen von grösserer Willenskraft völlig beeinflussen lassen, wenn sie auch durchaus nicht in irgend einer Weise von den letzteren abhängig sind (in diesem Falle würde ihnen die praktische Vorsicht verbieten, sich dem Willen derselben zu widersetzen) und wenn sie den Nutzen, welchen die von ihren geistigen Machthabern angeordnete Handlung etwa für sie besitzt, nicht zu erkennen vermögen; ja, sie vollführen oft Handlungen, welche ihnen keineswegs zum Vortheil gereichen, und auch solche, welche ihnen nicht zusagen. — Mancher ewig schwankende Charakter begrüsst das bestimmende Wort eines Anderen mit Freuden; weiss er nun doch, was thun, während er sonst nie zu einem Entschluss gekommen wäre.

Ein anderes Beispiel zeigt sich in dem Verhältniss zwischen Lehrer und Schüler, Erzieher und Zögling. Oft können die Schüler nicht anders als den Anordnungen eines Lehrers gehorchen, während sie denen eines anderen Gleichgiltigkeit, Spott oder Trotz entgegensetzen, und jener braucht keineswegs besonders streng zu sein, sich gefürchteter Zuchtmittel häufig zu bedienen. Vielmehr giebt in diesem Verhältniss des Lehrers zum Schüler, dessen psychische Kräfte noch nicht vollständig entwickelt sind, der persönliche Einfluss eines starken Selbstbewusstseins, eines festen Willens den Ausschlag.

Zwischen den angeführten Erscheinungen und der Thatsache, dass eine blosse Vorstellung, die in dem Geiste eines Menschen wach wird, die entsprechende Handlung nach sich zieht, bilden die Fälle einen Uebergang, in welchen ein Mensch dadurch seinen Willen bei einem anderen durchsetzt, dass er ihn nicht als seinen Willen

zu erkennen giebt, sondern die von ihm gewünschte Handlung unbefangen und dreist als natürlich, recht und nothwendig hinstellt — wobei er den Vortheil hat, dass der andere nicht zur Widersetzlichkeit angereizt wird, die oft — wie es z. B. das politische Leben nicht selten zeigt — um so offenbarer sich kund thut, je bestimmter ein Wille ausgesprochen wird, der nicht alsbald mit der nöthigen Macht verbunden erscheint. Auch diejenigen Beispiele gehören noch hierher, in denen wir wegen des einschmeichelnden Wesens, das eine Person besitzt, den Wünschen derselben nicht zu widerstehen vermögen.

Die zweite Reihe der Thatsachen mögen einige Beispiele unter vielen kennzeichnen.

Ich sage zu jemandem mit Bestimmtheit und im Tone der Ueberzeugung: „Sie werden ja ganz roth!“ oder: „Warum werden Sie denn plötzlich so roth?“ — und alsbald überzieht eine Röthe (der Verlegenheit) die Wangen des also Angeredeten. Dieser Versuch gelingt nicht immer; ein Erfolg tritt besonders dann ein, wenn der Redende ein dreister und mit seinem Urtheil über Dinge und Verhältnisse nicht vorsichtig oder gar ängstlich zurückhaltender Mensch und vielleicht zudem noch der Verstellung, des Schauspielerns fähig ist, und wenn der Angeredete die entgegengesetzten Eigenschaften in grösserem oder geringerem Grade besitzt und über ein ausreichendes geistiges Anpassungsvermögen und eine gewisse geistige Beweglichkeit (Phantasie) verfügt. Letzteres trifft insbesondere für Kinder zu, die sich meist weder genügend beherrschen können noch einen so grossen eigenen geistigen Besitzstand in sich tragen, dass er kraftvoll genug äusserer Beeinflussung entgegengesetzt werden könnte.

Denjenigen, welche sich mit naturwissenschaftlichen, z. B. mit mikroskopischen Untersuchungen, beschäftigen, wird es schon öfters begegnet sein, dass Nichtsachverständige (Laien) oder Schüler, denen man irgend etwas Besonderes an einem Gegenstande der Untersuchung (einem mikroskopischen Präparate) zu zeigen versuchte, versicherten, das Betreffende zu sehen, während eingehendere Fragen dann doch erwiesen, dass dies nicht der Fall war. Man sieht eben häufig dasjenige, was man

sich einbildet, deutet etwas Gesehenes nach seiner Einbildung zu etwas Anderem um. Besonders wenn nach der Besichtigung des betreffenden Gegenstandes einige Zeit verstrichen ist, sind jene Personen der festesten Ueberzeugung, alles gesehen zu haben, wovon die Rede gewesen war, während vielleicht der Gegenstand der Untersuchung die in Frage stehenden Verhältnisse in Wirklichkeit gar nicht aufwies.

Im Anschluss an die letztere Thatsache werden die Richter von einer ähnlichen berichten können, welche häufig bei Angeklagten und Zeugen vorkommt. Ist nach einer Strafthat längere Zeit vergangen, dann vermögen diese Personen oft wenig auszusagen; erst im Laufe der Untersuchung, in Folge von Verhören und dergl. vervollständigt die Erinnerung das Bild der That, bis sie zuletzt eine abgerundete Darstellung als der Wahrheit vollkommen entsprechend geben und beschwören, die — wie spätere Nachforschung ergiebt — keineswegs einwandsfrei ist. Hier haben sich Einzelheiten, welche die Personen im Laufe der Untersuchungen gehört haben oder welche ihnen nahegelegt wurden oder welche ihre Phantasie frei erschaffen hat, so sehr in den Vorstellungsinhalt ihres Geistes eingeschlichen, dass sie der Meinung sind, dass sie es in ihnen mit selbst gesehenen oder begangenen Handlungen zu thun haben.

Wir sind mit der Anführung der letzten Erscheinung bereits über den Rahmen dessen hinausgegangen, was wir nachweisen wollten; es handelt sich hier bereits um Erinnerungstäuschungen, um rückwirkende oder retroaktive Suggestionen. Wir werden uns späterhin dieser Ausführungen zu erinnern haben.

Nunmehr möchte ich die Aufmerksamkeit der Leser noch auf eine bereits erwähnte Art der Erzeugung hypnotischer Erscheinungen lenken: die auf der Nachahmung beruhende. Auch die Nachahmung ist im gewöhnlichen Leben weit verbreitet. Wir finden sie bei Kindern sehr entwickelt, aber auch in den Erwachsenen ist der Nachahmungstrieb keineswegs erstickt, insbesondere bei denen nicht, welche eine lebhafte Einbildungskraft besitzen.

Ich habe es oft beobachtet, dass wenn ich einem anderen, der mir gegenübersass und mich ansah, z. B. von den auffallenden Eigenthümlichkeiten eines Dritten: seinem Sprechen, seinem Stirnrunzeln u. s. w., in lebendiger Weise erzählte und das entsprechende Mienenspiel wiedergab, auch mein Gegenüber dasselbe nachahmte, und zwar ohne es zu wissen, was sich durch eine diesbezügliche Bemerkung herausstellte.

Wie Erwachsene, so werden auch die Kinder von einem inneren Drange — weniger von der in ihnen wohnenden Ungezogenheit oder harmlosen Schelmerei — dazu veranlasst, die auffallenden Stellungen und Bewegungen oder die auffallende Sprechweise der Grossen nachzuahmen. Und wiederum, wenn wir Erwachsene im Theater u. s. w. etwas gesehen haben, was besonderen Eindruck auf uns machte (vorzugsweise Komisches), so sind wir, trotzdem wir die Kinderschuhe ausgezogen haben, sofern wir uns nur eine gewisse knabenhafte Unbefangenheit bewahrt haben, die gar nicht zu tadeln ist, leicht dazu geneigt, das Gesehene — vor anderen oder für uns selbst — zu wiederholen.

Bei allen diesen Nachahmungserscheinungen spielt zweifelsohne die in uns geweckte Vorstellung von der betreffenden Handlung eine grosse Rolle; aber es scheint mir doch zweifelhaft, ob sie überall der alleinige Grund für jene ist (in dem letzten Beispiel wohl sicher); mein Zweifel stützt sich auf eine weitere Reihe von Thatsachen, welche uns die ansteckende Wirkung kennen lehren, die vom Lachen, Weinen, Gähnen und von Gemeingefühlen, wie der Freude, der Angst u. s. w. auszugehen pflegt. Hier scheint doch ein körperliches Agens mit im Spiele zu sein. (Jägers „Seelenstoffe".) —

Wenn es, wie wir gesehen haben, verschiedene Mittel giebt, dem Hypnotisirten eine Suggestion beizubringen (Sprache, Handbewegungen, Vormachen der gewünschten Bewegung oder Handlung), so haben wir auf eines derselben als das merkwürdigste und in seiner Wirkungsweise räthselhafteste noch mit erhöhtem Nachdruck hinzuweisen: die einfache Gedankenkonzentration. Hierbei handelt es sich also um kein äusseres, sinnliches Mittel;

sondern der Hypnotist richtet einzig seine Vorstellung und seinen Willen fest auf diejenige Handlung, zu welcher er den Hypnotisirten zu veranlassen beabsichtigt. Es wird in der That behauptet — aber auch vielfach bestritten — dass hierdurch die Vorstellung von der betreffenden Handlung sich auf den Geist des Hypnotisirten überträgt und dass derselbe alsdann die Handlung begeht. Man nennt dieses Verfahren die Suggestion mentale oder Telepathie oder übersinnliche Gedankenübertragung; bei Erwähnung des sogenannten Gedankenlesens haben wir auch ihrer bereits gedacht. Es giebt zahlreiche Berichte, nach welchen eine telepathische Wirkung auch zwischen zwei Personen im wachen Zustande stattfinden soll.

Ehe wir nun in eine weitere Betrachtung der hypnotischen Erscheinungen eintreten, ist es nöthig, noch einen besonderen hypnotischen Zustand zu erwähnen, der ohne das Zuthun einer fremden, hypnotisirenden Person zustande kommt: die sogenannte Selbsthypnose oder Autohypnose. Sie entsteht dadurch, dass der ihr Verfallende die Vorstellung der Hypnose selber erzeugt, und zwar entweder durch einen Willensakt oder angeregt durch irgend einen Zufall, wie dies bei öfterer Wiederholung der Hypnose der Fall ist.

Wie es eine Autohypnose giebt, so hat man auch das Auftreten von Autosuggestionen nachweisen können, und zwar sowohl in der Hypnose wie im Schlafe und im wachen, bewussten Zustande. Auf die letzteren sei hier besonders hingewiesen, um auch die der Hypnose angehörenden unserem Vorstellungs- und Anschauungskreise näher zu bringen; ihrem Wesen nach erkannt sind aber auch die des wachen, bewussten Zustandes nicht.

Das beste Beispiel einer Autosuggestion giebt das Gedanken- oder Muskellesen. Dasselbe besteht bekanntlich darin, dass eine Person *A* an einen Gegenstand fest zu denken hat, den eine zweite Person *B*, welche die Hand des *A* erfasst hat und deren Augen verbunden worden sind, suchen soll. Wenn nun *B* die gestellte Aufgabe richtig löst, so hat dies darin seinen Grund, dass

A dem *B* fortgesetzt unwillkürlich und unbewusst durch Muskelzuckungen verräth, ob er auf richtiger oder falscher Fährte ist. Ist *B* zum Beispiel vor einem Tische angelangt, auf welchem der gedachte Gegenstand unter anderen steht und will *B* nach einem falschen Gegenstande greifen, so zuckt *A* mit der (von *B* festgehaltenen) Hand zurück oder folgt dem *B* mit einem gewissen Widerstreben, oder es wird von *A* ein missbilligender leiser Laut ausgestossen, ohne dass *A* selbst eine Ahnung davon hat, geschweige es beabsichtigt hätte. Hier ist es die Vorstellung des gedachten Gegenstandes, welche ohne sein Wollen und Wissen die betreffenden Aeusserungen, hervorruft, welche *B* um so eher merkt, als der Gesichtssinn, dessen Wahrnehmungen uns sonst am meisten beschäftigen und der die Aufmerksamkeit des *B* von jenen Aeusserungen ablenken würde, durch das Verbinden der Augen in Unthätigkeit versetzt ist.

Mit Autosuggestionen haben wir im gewöhnlichen, normalen Leben viel häufiger etwas zu thun, als wir denken. Wohl jede Vorstellung, jeder Vorgang auf geistigem Gebiete ruft im Körper gewisse, wenn auch noch so kleine Veränderungen — körperliche Lebensäusserungen — hervor, die unter gewissen Umständen an Stärke zunehmen können und dann wahrnehmbar sind. Zu den Autosuggestionen müssen z. B. die sogenannten Einbildungen gestellt werden, welche uns das Bild eines nicht vorhandenen Gegenstandes vorzaubern, auf welchen die Vorstellung sich aus irgend einem Grunde gerichtet hat; ja, die blosse Vorstellung von einem Gegenstande kann in unserem Körper solche Veränderungen hervorrufen, wie sie sonst der betreffende Gegenstand bewirkt, wie das die vermehrte Speichelabsonderung lehrt, welche eintritt, wenn man an saure oder auch andere — wohlschmeckende — Speisen denkt („das Wasser läuft einem im Munde zusammen").

Ins Gebiet der Autosuggestionen müssen wir auch die Vorurtheile und die fixen Ideen verweisen.

Starke Autosuggestionen sind der erfolgreichen Anwendung der gewöhnlichen oder Fremdsuggestion hinderlich.

[illegible] der — unwillkürlichen
[illegible] möchte ich noch
[illegible] genannten Reflexthätig-
[illegible] genannten beiden Eigen-
[illegible] sehen, dass sie aber doch
[illegible] zusammengeworfen werden dürfen.
[illegible] mittelbar stets durch die
[illegible] sensiblen Nerven) hervor-
[illegible] von einem Theile des Rücken-
[illegible] aber niemals der Grosshirn-
[illegible] Reflexcentrum aus bewirkt; eine
[illegible] mehr die Eigenart einer be-
[illegible] an sich, sie entspringt fraglos
[illegible] Eine Reflexbewegung ist z. B. das
[illegible] Augenlider, das — selbst gegen unsern
[illegible] wenn jemand schnell seine Hand vor
[illegible] vorüberbewegt; eine andere besteht darin,
[illegible] Hand zurückziehen, wenn sie leise ge-
[illegible] während wir uns in eifrigem Gespräch be-
[illegible] nicht zu unserer Wahrnehmung ge-
[illegible] kann letztere, ja können beide Bedingungen
[illegible]

Weitere hypnotische Erscheinungen.

Während wir uns nun noch einmal ausführlicher mit den Erscheinungen der Hypnose beschäftigen, nachdem wir bereits diejenigen unter ihnen angeführt haben, durch welche die Grade der Hypnose hauptsächlich gekennzeichnet sind, so soll unsere Aufgabe doch nur darin bestehen, eine gewisse beschränkte Zahl der hypnotischen Erscheinungen der Erörterung zu unterwerfen, und zwar solche, welche besonders auffallend und bemerkenswerth sind.

Was die körperlichen (oder somatischen) Erscheinungen der Hypnose anbetrifft, so nenne ich an erster Stelle die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Muskeln und der Sinne.

Es können den Gliedern des Körpers wie diesem im ganzen (kataleptische) Stellungen gegeben werden, welche

— trotzdem sie mit grosser Muskelanstrengung verknüpft sind — doch ausserordentlich lange, selbst mehrere Stunden hindurch beibehalten werden. Eine derjenigen Körperstellungen, welche das Staunen der Zuschauenden stets am meisten herausfordert, besteht darin, dass der Kopf und die Füsse des Hypnotisirten auf zwei Stühle gelegt werden, während der ganze Rumpf, die Arme und die Beine (bis eben auf die Füsse) frei schweben, und dass sich noch jemand auf den Rumpf setzt oder stellt; an sich kann dieses Kunststück jeder Mensch auch ohne Hypnose ausführen, dessen Nackenmuskeln nicht zu schwach sind; dagegen ist es im hypnotischen Zustande dadurch ausgezeichnet, dass die genannte Körperstellung nach dem Willen des Hypnotisten beliebig lange andauern kann und dass sich nach Aufhebung derselben kein Müdigkeits- oder Schmerzgefühl in den angestrengten Muskeln einstellt.

In einzelnen Fällen (bei Suggestionslähmungen) zeigt sich die elektrische Erregbarkeit von Muskeln und Nerven vermindert.

Die Ueberempfindlichkeit (Hyperästhesie) der Sinne offenbart sich nach verschiedenen Richtungen hin. Besonders häufig ist eine Erhöhung der Geruchsempfindlichkeit beobachtet worden, sodass der Hypnotisirte unter einer Anzahl von Gegenständen die einer bestimmten Person gehörigen oder auch nur von ihr einmal berührten lediglich durch den Geruch zu erkennen vermochte. In einem von Bergson angeführten Falle war ein Hypnotischer im Stande, die Zellen eines mikroskopischen Präparates, die 0,06 mm Durchmesser hatten, ohne künstliche Vergrösserung zu erkennen und zu zeichnen.*) Auch der Raumsinn erfährt in der Hypnose eine Verfeinerung, insofern als nach Berger's und Moll's Versuchen**) zwei Zirkelspitzen von den Hautnerven bereits bei kleineren Entfernungen von einander getrennt empfunden werden als im normalen Zustande.

Gleich denjenigen der bisher erwähnten Erscheinungen, welche nicht Störungen des willkürlichen Bewegungs-

*) A. Moll, a. a. O. S. 68.
**) A. Moll, a. a. O. S. 67.

apparates sind, erfordern auch die nachfolgenden eine erhebliche Tiefe des hypnotischen Zustandes. Zuvörderst die Erscheinungen im Gebiete der Muskulatur, welche unter normalen Verhältnissen vom Willen unabhängig ist. Auch in diesem Gebiete gelingt es, in der Hypnose Abweichungen von der gewöhnlichen Verrichtungsweise herbeizuführen; so ändern sich der Gang der Athmung und die Geschwindigkeit des Blutumlaufs; die Darmbewegungen und Darmsekretionen können nach von Krafft-Ebings Versuchen derart beeinflusst werden, dass der Stuhlgang zu bestimmter Zeit eintritt und eine etwa vorhandene Verstopfung verschwindet.*)

Am wunderbarsten erscheinen die während der Hypnose bewirkten anatomischen Veränderungen. Nach dieser Seite hin haben Jendrássik und von Krafft-Ebing die einwurfsfreiesten Versuche angestellt.**) Wenn die genannten Forscher ihrer Versuchsperson mit einem stumpfen Gegenstande ein Kreuz, einen Kreis u. dergl. auf eine Stelle der Haut zeichneten oder einen Gegenstand auf die Haut drückten — mit dem Bemerken, die Haut werde verbrannt oder sonst verletzt, so erschien nach Ablauf einer gewissen Zeit nach der Hypnose (posthypnotische Suggestion — vgl. das Folgende!) an der gleichen Hautstelle eine geröthete Zeichnung oder eine Brandblase. Ein Blatt Schreibpapier, an einen Schenkel gedrückt und als Senfpapier suggerirt, erzeugte am folgenden Morgen Röthung und kleine Blasen.***)

In diesen Versuchen offenbart sich eine vordem nicht geahnte Macht der Vorstellungen und somit des Geistes über den Körper. Und was über eine solche bereits in früherer Zeit als wunderbar und unglaublich berichtet wurde, gewinnt nun an Wahrscheinlichkeit, so dass wir eine Luise Lateau z. B. nicht mehr ohne weiteres als

---

*) Prof. Dr. R. v. Krafft-Ebing, Eine experimentelle Studie auf dem Gebiete des Hypnotismus. — Stuttgart, F. Enke. 1888. S. 39, 57, 58. — Vergl. „Naturw. Wochenschr." Bd. IV. No. 25. S. 200.

**) v. Krafft-Ebing, a. a. O. S. 46, 58, 59; S. 26. Vergl. auch Forel's von Moll a. a. O. S. 83 u. f. angeführte Versuche.

***) v. Krafft-Ebing, a. a. O. S. 26.

Betrügerin hinstellen können, wenn sie (im Jahre 1868 in Bois d'Haine bei Mons) jene so viel erörterten Blutungen an Körperstellen erhielt, welche den Blutmalen Jesu entsprachen, zumal auch solche Hautblutungen in der Hypnose einige Male beobachtet worden sind.*) Aber alles Neue, alles Ungewohnte, alles von Schule und Autorität nicht Gelehrte oder Empfohlene ist ja Betrug, Selbsttäuschung oder Narrheit — so ist es ja immer in der Welt gewesen! (Vgl. meine einleitenden Bemerkungen.) Indessen möchte ich die Kurzsichtigen und Beschränkten, welche ausschliesslich die herrschende Schulmeinung umfängt, an Shakespeares Wort im „Hamlet“ (I. 5) erinnern:

„Es giebt mehr Dinge im Himmel und auf Erden,
Als eure Schulweisheit sich träumt.“ —

Wenden wir uns nunmehr einigen ins Gebiet der Psychologie gehörenden Erscheinungen der Hypnose zu!

Schon im Anfange meines Aufsatzes erwähnte ich, dass die leichteren hypnotischen Grade keineswegs mit Bewusstlosigkeit verknüpft sind, vielmehr weiss der Hypnotisirte sowohl während wie nach der Hypnose, was mit ihm vorgegangen ist: es ist also Bewusstsein und Erinnerung vorhanden. Aber auch in tieferen hypnotischen Zuständen, nach deren Ablauf der Hypnotisirte sich an nichts zu erinnern vermag, müssen wir doch eine gewisse Art des Bewusstseins während der Hypnose annehmen, weil der Hypnotisirte vollkommen auf dasjenige reagirte, was der Hypnotist zu ihm sprach u. s. w., weil also die Worte des letzteren nicht bloss (physikalisch und physiologisch) in sein Ohr eindrangen, sondern auch von seinem Verstande — seinem Geiste — aufgenommen wurden. Forel betont es in seiner kürzlich besprochenen Schrift über den Hypnotismus**) nachdrücklich, dass wir zwischen Erinnerungslosigkeit (oder Amnesie) und Bewusstlosigkeit wohl zu unterscheiden haben. Zeigt doch auch das normale Leben abermals, dass der Mensch gewisse verwickelte

---

*) A. Moll, a. a. O. S. 80.

**) Prof. Dr. A. Forel, Der Hypnotismus, seine Bedeutung und seine Handhabung. Stuttgart, Ferd. Enke. 1889. S. 34. — Vergl. „Naturw. Wochenschr.“ Bd. IV. No. 25. S. 199.

Handlungen vollführt, deren er sich später nicht erinnert, während sie doch ganz so verlaufen, als ob sie von einem völlig wachen und klaren Bewusstsein eingegeben würden. Hierher gehören meist solche Handlungen, welche man zuvor bereits öfter ausgeführt hat, die man also gewohnheitsmässig zu verrichten pflegt.

Einige Beispiele mögen dies erläutern.

Ich komme eines Abends spät nach Hause aus einer Gesellschaft, in der eine eifrige Erörterung über gewisse Fragen stattgefunden hat, die ich nun noch im Geiste bewege. Indem ich nur an sie denke, steige ich (im Dunkeln) die Treppe hinauf, ohne eine Stufe zu verfehlen, schliesse die Thüren auf und wieder zu, ziehe meine Uhr auf, kleide mich aus und gehe zu Bett. Doch eben wie ich mich niederlege, fällt mir ein, dass ich die Thüren nicht genügend verschlossen und auch vergessen habe, die Uhr aufzuziehen. Ich sehe nach beidem und finde, dass alles — entgegen meiner Annahme — in Ordnung ist. — Hier hatte ich also die Erinnerung an Handlungen verloren, die doch mit Bewusstsein ausgeführt zu sein schienen. Und in der That wird von mehreren Forschern — zuerst von Pierre Janet, neuestens von Dr. M. Dessoir*) — angenommen, dass solche Handlungen unter der Leitung eines zweiten Bewusstseins oder Unterbewusstseins erfolgten, für welches ein besonderes Gedächtniss im menschlichen Geiste vorhanden ist, so dass alles, was im Bereiche dieses Bewusstseins geschieht, dem wachen, Tages- oder Ober-Bewusstsein nicht erinnerlich sein kann.

Ich betrachte den Begriff des Unterbewusstseins als einen bequemen Rechenpfennig, wenn es sich um die Darstellung und Erörterung der erwähnten und ähnlicher Thatsachen handelt; ebenso etwa wie auch der Begriff (oder das Wort) „Kraft“, welcher die Ursache für die Aenderung des Bewegungszustandes eines Körpers bedeutet, bei aller wissenschaftlichen Erörterung vortheilhaft, ja nothwendig ist, um bequem von den Natur-

---

*) M. Dessoir. Das Doppel-Ich. Erschienen in den Schriften der Gesellschaft für Experimental-Psychologie zu Berlin. Leipzig, Ernst Günther. 1888. S. 1, 5 u. a.

erscheinungen reden zu können. Indessen ebenso wenig, wie durch die Einführung und den Gebrauch des letzteren Ausdrucks im Gebiet der Wissenschaft die Erscheinungen der Schwere, der elektrischen Annäherung und Entfernung zweier Körper, die chemischen Umsetzungen u. s. w. auch nur im geringsten ihrem Wesen nach erklärt werden (wir wissen ja nicht, was die Kraft ist und wie sie ihre Wirkungen zu Stande bringt): ebenso wenig ist unsere wissenschaftliche Erkenntniss den hier in Rede stehenden Vorgängen des Seelenlebens oder besser geistigen Lebens gegenüber mit der Erfindung des Wortes Unterbewusstsein einen Schritt vorwärts gekommen, solange wir nichts Weiteres über dieses Unterbewusstsein aussagen können, denn was das Wort angiebt: dass nämlich dieses Bewusstsein unter demjenigen des wachen Zustandes liege, ist doch lediglich ein Bild, aus dem nichts Wesentliches klar wird.*)

Die Wirksamkeit des Unterbewusstseins zeigt sich ausser in dem besprochenen Beispiel des weiteren im Rauschzustande, im Schlafe (beim Träumen**), beim Schlafwandeln und schliesslich — bei allen hypnotischen Erscheinungen, die keine Spur in unserm Tagesgedächtniss hervorrufen. Aber auch, wenn wir im Fluge die Zeilen eines Buches überfliegen und den Sinn der Worte verstehen, ohne dass uns die einzelnen Lautzeichen zum (wachen) Bewusstsein kämen, ist es das Unterbewusstsein, welches bei der Aufnahme derselben in unsern Verstand unmittelbar thätig ist. — Ich meine übrigens, dass man diese Thätigkeit des Lesens ebensowenig wie die vorher

---

*) Anstatt die Ausdrücke erstes und zweites Bewusstsein, Ober- und Unterbewusstsein, Tages- und Nachtbewusstsein, Wach- und Schlafbewusstsein zu gebrauchen, kann man auch — ähnlich wie Drossbach (vgl. Dessoir, a. a. O. S. 5) von einer beleuchteten und einer nicht beleuchteten Bewusstseinsfläche sprechen. Doch sagt auch das damit gegebene Bild nichts Wesentliches über die in Betracht kommenden Verhältnisse aus.

**) Es ist wahrscheinlich, dass wir viel öfter träumen, als wir es wissen. Denn wie wir uns eines Traumes bisweilen nur dunkel erinnern können, werden wir in zahlreichen Fällen träumen, ohne dass unser Tagesbewusstsein überhaupt etwas davon erfährt. Nur derjenigen Träume werden wir uns wach bewusst, bei welchen die Thätigkeit des Unterbewusstseins in das Gebiet des Tagesbewusstseins hineinreicht.

erwähnten mit der früher besprochenen Reflexthätigkeit verwechseln darf, trotzdem auch diese unwillkürlich und meist unbewusst (genauer: nicht wachbewusst) gleich jener ist.

Dass z. B. während der Hypnose, um uns dieser wieder vorzugsweise zuzuwenden, eine gewisse Bewusstseinsthätigkeit stattfindet, zeigen die automatischen Schreibversuche, welche insbesondere Gurney, F. Myers und Pierre Janet, auch M. Dessoir angestellt haben.*) Dieselben bestehen darin, dass einer Person, der man einen Bleistift in die Hand giebt mit dem Bemerken, die Hand passiv zu lassen und nicht absichtlich zu schreiben, Fragen vorgelegt werden, auf die sie alsdann unbewusst die Antworten niederschreibt. Auf diese Weise giebt jemand, der zwar hypnotisirt war, sich aber an die Vorgänge während der Hypnose nicht erinnert, einen zutreffenden Bericht über das, was geschehen. Hieraus geht hervor, dass die Vorgänge während der Hypnose auf den Geist der Versuchsperson einen Eindruck gemacht hatten, dass sie von einer Art Bewusstsein, aber nicht von dem Tagesbewusstsein, aufgenommen wurden. Diese Art Bewusstsein nennen wir eben das Unterbewusstsein, und eben dasselbe diktirt nachher das Geschehene in die automatisch schreibende Hand.

Während gewöhnlich die Hypnosen des dritten und einige wenige des zweiten Grades mit Erinnerungslosigkeit verknüpft sind, bleibt doch bisweilen eine gewisse dunkle Erinnerung bestehen, die lebendiger wird, wenn man durch Andeutungen dem Gedächtniss zu Hilfe kommt. — In einer späteren Hypnose stellt sich meist völlige Erinnerung an das in früheren Hypnosen Dagewesene ein. Auf der Stärke dieser Erinnerung beruht die Dressur. Wenn der Hypnotist zu einem zum ersten Mal in Hypnose versetzten Menschen sagt, er solle sein linkes Bein hochheben, und dabei zugleich unabsichtlich dessen rechte Hand in die Höhe hebt, so wird dieselbe Versuchsperson in einer späteren Hypnose öfters wieder das linke Bein in die Höhe heben, sobald der Hypnotist ihre rechte Hand auf-

*) A. Moll, a. a. O. S. 105.

hebt, weil sie sich des Vorganges in der ersten Hypnose erinnert und das Hochheben der Hand für einen Befehl hält, das Bein zu heben.*) — Bei allen hypnotischen Versuchen muss man die Dressur vorsichtig zu vermeiden trachten und sich — wegen der Möglichkeit einer Dressur — hüten, voreilig Schlüsse aus den Beobachtungen zu ziehen. In dem angegebenen Beispiele läge für einen, dem die erste Hypnose unbekannt ist oder der auf alle Einzelheiten ihres Verlaufs nicht aufs Schärfste acht gegeben hat, die Vermuthung nahe, dass das Hochheben der rechten Hand an sich das Indiehöhegehen des linken Beines bewirkt; und doch wäre diese Vermuthung falsch.

Die wunderbarsten psychischen Erscheinungen des Hypnotismus bilden die posthypnotischen Suggestionen, denen wir alsdann die retroaktiven Suggestionen anreihen können.

Alles, was in der Hypnose selbst erzielt wird, kann sehr oft dadurch auch im (anscheinenden) Wachzustande hervorgerufen werden, dass man dem Hypnotisirten in der Hypnose die Suggestion giebt, dass es nach seinem Erwachen geschehen werde. Diese posthypnotische Suggestion ist meist nur in den tieferen Graden der Hypnose und auch nicht bei allen Hypnotisirten von Erfolg begleitet.

Die Ausführung der gegebenen posthypnotischen Suggestion kann sich entweder unmittelbar an den hypnotischen Zustand anschliessen (kontinuirliche Suggestion), oder sie erfolgt in einem gewissen Zeitpunkte (Termin) nach der Hypnose (Suggestion auf längere Verfallszeit, Suggestion à échéance, Eingebung auf bestimmten Zeitpunkt), und in diesem Falle kann die Zwischenzeit Minuten, Stunden, Tage, Wochen, ja selbst Monate und Jahre — oder doch wenigstens 1 Jahr — betragen.

Ich habe schon oben, als ich die Versuche von Jendràssik und v. Krafft-Ebing schilderte, einige posthypnotische Suggestionen erwähnt, die bereits viel merkwürdiger sind als diejenigen, welche man gewöhn-

*) Siehe A. Moll, a. a. O. S. 90.

lich anwendet und die sich auf irgend welche alltäglichen oder auch ungewöhnlichen Handlungen der Versuchsperson beziehen. Der Vollzug einer posthypnotischen Suggestion geschieht stets mit grosser Pünktlichkeit, so dass es fast scheint, als hätte das Unterbewusstsein an den ihm ertheilten Auftrag in der ganzen Zeit zwischen der Suggestion und ihrer Erfüllung gedacht und nur auf den Augenblick gewartet, wo es an die letztere gehen könnte. Indessen kann dies nicht wirklich so sein, weil das Unterbewusstsein eine reichere Thätigkeit als die einer einzelnen Suggestion entsprechende zu entfalten hat. Es wird vielmehr die empfangene Suggestion in dem Gedächtniss des Unterbewusstseins geruht haben und durch ein bestimmtes Zeitmerkzeichen erst wieder geweckt worden sein.

Wir finden abermals im gewöhnlichen Leben eine Erscheinung, welche den posthypnotischen Suggestionen an die Seite gestellt werden kann. Wenn ich des Morgens zu einem bestimmten Zeitpunkte aufwachen will, lege ich mich am Abend vorher mit dem Gedanken an diesen Zeitpunkt und dem Vorsatze, ihn nicht zu vergessen, nieder — und wirklich erwache ich zur gewünschten Zeit. Hier scheint es, als sei, wie sich Carl du Prel bildlich ausdrückt*), eine Kopfuhr in uns thätig gewesen, die uns zu der Stunde geweckt hat, auf welche sie durch unsern Willen am Abend zuvor gestellt worden war.

Bemerkenswerth ist es, dass derjenige, welcher eine posthypnotische Suggestion ausführt, dies nicht immer in der gleichen seelischen und geistigen Verfassung thut. Entweder geräth er nämlich in einen der Hypnose ähnlichen Zustand, an welchen er nach Erfüllung der Suggestion keine Erinnerung besitzt; oder er ist sich seiner Handlung bewusst, fühlt sich aber zu derselben durch einen ihm unerklärlichen, eigenartigen, unwiderstehlichen Drang getrieben, den er häufig — aber meist vergeblich — zu unterdrücken sucht, weil etwa ihm die suggerirte Handlung lächerlich oder tadelnswerth erscheint; oder

*) Zeitschrift „Sphinx“, März 1888, in dem Aufsatze „Die Kopfuhr“.

endlich er begeht die Handlung nach seiner Meinung aus freiem Willensentschluss und giebt für dieselbe — allerdings oft gesuchte — Gründe an. Hierbei mag bemerkt werden, dass nicht alle posthypnotischen Suggestionen gelingen, vor allen Dingen bleiben diejenigen erfolglos, welche den ästhetischen und moralischen Grundsätzen der Versuchsperson durchaus zuwiderlaufen; es behält auch in der Hypnose sowie in einem „posthypnotischen Anfall", wie man den Zustand nennen kann, in welchem jemand eine posthypnotische Suggestion vollzieht, der Mensch seine eigenartige Persönlichkeit bei; es ist nicht möglich, sein innerstes Wesen vollständig umzukehren.

Indem wir über die bereits besprochenen retroaktiven Suggestionen, welche dahin gehen, falsche Erinnerungsbilder zu schaffen oder auch frühere Erinnerungsbilder ausfallen zu lassen, schnell hinweggehen, wenden wir uns noch zu einer letzten eigenthümlichen Erscheinung während der Hypnose: dem gleichfalls früher erwähnten Rapport.

In tieferen Graden der Hypnose nimmt vielfach der Hypnotisirte nur diejenigen Aeusserungen wahr, welche von dem Hypnotisten ausgehen, und nur ihnen leistet er Folge, während alles, was andere Anwesende thun oder anordnen, ohne Einfluss auf ihn bleibt: nur mit dem Hypnotisten steht der Hypnotisirte in Rapport. Dies wird von manchen Forschern so gedeutet, dass die Versuchsperson beim Einschlafen ihre volle Aufmerksamkeit auf den Hypnotisten und nur auf ihn richtet, so dass sie sein Bild in die Hypnose mit hinüber- und in das Unterbewusstsein aufnimmt, während alles Uebrige von demselben ausgeschlossen bleibt.

Indessen kann auf eine Suggestion des Hypnotisten hin auch eine andere Person mit dem in Hypnose Befindlichen in Rapport gesetzt werden. Ich meine nun: wenn zuvor für das Unterbewusstsein des Hypnotisirten nur der Hypnotist *A* vorhanden war und vorhanden blieb, trotzdem sich ein anderer Anwesender *B* heiser schrie, dann müsste auch nach der blossen Suggestion des *A*, welche *B* mit dem Hypnotisirten in Rapport setzte, die

Persönlichkeit des *B* nur als suggerirte vorhanden sein, und es könnten nur solche Worte auf den Hypnotisirten wirken, welche *A* demselben als von *B* geäussert mittheilte, während der wirkliche *B* und die wirklich von *B* gesprochenen Worte aus dem Unterbewusstsein des Hypnotisirten nach wie vor ausgeschlossen bleiben müssten. Jedenfalls scheint mir hier mehr im Spiele zu sein als die blosse Wirkung einer äusserlichen Suggestion.

Auch mit der Ausführung Moll's*) kann ich mich nicht einverstanden erklären, dass, weil in Charcot's somnambulem Stadium nur der Hypnotist eine bestehende Kontraktur durch einen Hautreiz aufheben kann, die Kontraktur nicht ohne psychische Thätigkeit zu Stande gekommen sein könnte, da im Falle rein körperlicher (oder somatischer) Reize jeder dasselbe Ergebniss erzielen müsste. Es können doch auch von verschiedenen Personen verschiedene körperliche Wirkungen ausgehen, wie G. Jäger nachgewiesen hat; ohne auf dessen weitere Theorien einzugehen, muss man zugeben, dass verschiedene Personen verschiedene Individualdüfte erzeugen und dass diese auf denselben Menschen in verschiedener Weise — angenehm oder unangenehm, belebend oder lebenshemmend — einwirken.

Erklärungsversuche.

Wenn wir nun zu den Erklärungsversuchen, mit denen man an den Hypnotismus herangetreten ist, übergehen, so muss ich bekennen, dass dieselben insgesammt noch unbefriedigend sind, und ich schliesse von diesem Urtheil die neueste, von der Nancyer Schule aufgestellte Suggestionstheorie keineswegs aus.

Mesmer und seine Anhänger suchten die Ursache der hypnotischen Erscheinungen in einem gewissen Agens, welches ersterer den thierischen (oder animalen) Magnetismus nannte und von welchem angenommen wurde, dass es aus dem Organismus des Hypnotisten ausströme, in den Körper des Hypnotisirten aber und insbesondere

*) A. a. O. S. 129.

in sein Nervensystem eindringe und hier fremdartige Erscheinungen hervorrufe. Diese Theorie steht in einem gewissen Zusammenhange mit der Odlehre des Frhrn. von Reichenbach und der Lehre Gustav Jägers vom Lebensagens im menschlichen Organismus. Ich halte eine auf die Wirksamkeit dieses Lebensagens, Ods oder magnetischen Fluidums ausschliesslich gestützte Erklärungsweise des Hypnotismus für einseitig und unzulänglich, muss aber die Bemerkung A. Forels*), dass „die Geister und die vierte Dimension der Spiritisten Vorstellungen seien, welche diesem unbekannten Agens entsprechen würden", als eine aus völliger Unkenntniss oder einem durchaus mangelnden Verständniss insbesondere der Jägerschen Lehre entsprungene aufs Nachdrücklichste zurückweisen.

Nach Mesmer soll dem genannten Agens auch die Rolle zukommen, die Seelenvorgänge (dies auch nach Jäger) und die Gedanken eines Menschen in die Seele und den Geist eines zweiten Menschen zu übertragen, ohne dass der erste sich einer Laut-, Schrift- oder Zeichensprache bediente und die Sinneswerkzeuge des zweiten thätig wären.

Während die genannte Theorie die Bedeutung der Suggestion nicht in rechter Weise würdigt, glaubt die von der Nancyer Schule aufgestellte Suggestionstheorie, dass die Suggestion alles bewirke, dass — genauer gesagt — sämmtliche Erscheinungen der Hypnose durch Erweckung entsprechender Vorstellungen, besonders Phantasievorstellungen erzeugt würden. Auf alle Fälle ist es ein Verdienst des eigentlichen Begründers dieser Theorie, des Nancyer Arztes Liébeault**), dass er auf die Bedeutung der Suggestion — der Eingebung und Einbildung — nachhaltig hingewiesen hat und dass er die erhöhte Suggestibilität in der Hypnose festgestellt hat. Unter Suggestibilität verstehen wir nach Forel***) die

*) A. a. O. S. 7.

**) Von James Braid wurde zwar der Begriff der Suggestion zuerst formulirt, aber er erkannte die Tragweite derselben noch nicht genügend und legte dafür der fortgesetzten Reizung der Sinne (Fixation u. s. w.) eine grössere Wichtigkeit bei.

***) A. a. O. S. 15.

Empfänglichkeit für Suggestion oder, wie Moll treffender sagt*), denjenigen eigenthümlichen Seelenzustand, mittels dessen die (erweckte) Vorstellung die Wirkung herbeiführt.

Dass eine bestimmte Suggestion thatsächlich eine gewisse hypnotische Erscheinung hervorruft, sehen wir; dass die Suggestion bei dem Zustandekommen dieser Erscheinung nothwendig, ja das Wichtigste ist, kann gleichfalls — wenigstens im Allgemeinen — zugestanden werden; aber sobald man behauptet, dass auf sie allein alles ankommt, dass nur sie es ist, welche die Erscheinung hervorruft, dann muss man auch angeben können, wie denn nun die Suggestion diese ihre Wirksamkeit ins Werk setzt, wenn man mehr als eine blosse Thatsache, die sich aus dem Verlauf hypnotischer Vorgänge (übrigens nicht zweifellos) offenbart: wenn man uns eine wirkliche Erklärung der letzteren bieten will. — In der That, wenn ich frage, wie eine gewisse hypnotische Erscheinung entsteht, und man mir antwortet, dass sie durch die in dem Hypnotisirten geweckte Vorstellung von dieser Erscheinung hervorgerufen werde, so bin ich doch über das Wie der Entstehung, über den Zusammenhang zwischen Vorstellung und Erscheinung und somit über das Wesen des Hypnotismus nicht klüger als zuvor. Die Suggestionstheorie ist daher — als Theorie genommen — inhaltslos, nicht viel mehr als ein Spiel mit Worten.

Aber ein anderes noch möchte ich den Anhängern dieser sogenannten Theorie entgegenhalten. Es erscheint mir thatsächlich unmöglich, dass die Suggestion allein die hypnotischen Erscheinungen bewirkt. Wären nämlich die Vorstellungen an und für sich schon die hinreichende Ursache von Handlungen, so müssten: 1. mehrere Lehrer oder Erzieher dieselben Zöglinge in gleicher Weise zur Folgsamkeit u. s. f. bewegen können. Wir finden aber, dass z. B. derselbe Knabe einem von zwei Erwachsenen nicht, einem anderen vollkommen gehorcht, trotzdem ihm beide dieselben Ermahnungen zu theil werden lassen. Es kommt also nicht nur darauf an,

*) Moll, a. a. O. S. 33.

was man demselben sagt, auch nicht einmal allein darauf, wie man es thut, sondern ausserdem darauf, von welcher Persönlichkeit es geschieht*).

Als 2. Grund dagegen, dass die blosse Vorstellung genügt, um eine bestimmte menschliche Lebensäusserung zu bewirken, führe ich eine Erfahrung an, die wir an uns selber machen können. Wenn jenes der Fall wäre, dann müssten gute Vorsätze (Autosuggestionen), die wir einmal ernst und ehrlich gefasst haben, uns auch zu leiten im Stande sein, während dies doch nur unter gewissen Bedingungen der Annahme derselben geschieht.

Uebrigens hat sich Liébeault selbst von seiner anfänglich aufgestellten Suggestionstheorie zurückgezogen, als er in 45 Fällen kleine Kinder — davon 32 unter 3 Jahren, bei denen von Suggestion keine Rede sein konnte — durch blosses Händeauflegen von verschiedenen Uebeln zu heilen vermochte**).

Und auch Moll scheint einzusehen, dass bei den Suggestionswirkungen noch ein nicht aufgeklärter Umstand im Spiel ist, wie dies die folgenden Worte zeigen***): „Wenn eine Person *A* von *B* mit Leichtigkeit hypnotisirt werden kann, wenn dieselbe Person für *C* gar nicht oder nur schwer hypnotisirbar ist, so liegt dies keineswegs immer daran, dass die Person etwa glaube, dass *B* besondere Kräfte besitze. Es ist vielmehr ein undefinirbarer und heute noch unerklärlicher psychischer Einfluss, der *B* mit *A* verbindet, ein Einfluss, den der Verstand nicht selten für eine Einbildung hält, der aber dennoch einen Zwang ausübt. Es ist genau dasselbe, was wir alle Tage im Leben sehen und was uns z. B.

---

*) Ich möchte es an dieser Stelle als einen bedauernswerthen, aber hoffentlich bald siegreich überwundenen Zug unserer Zeit bezeichnen, dass man die Persönlichkeit des Einzelnen, insbesondere die eigenartige Persönlichkeit in Natur- und Geisteswissenschaft, in Geschichte und Politik und in der Religion nicht gelten lassen will. Alles soll ausgehöhlt und verflacht werden zu einer gleichartigen Masse, in der die einzelnen Bestandtheile einer dem andern völlig gleichen. Daraus entspringen dann auch solche Thorheiten bezw. widernatürliche Bestrebungen wie die Frauenemanzipation und andere.

**) A. Forel, a. a. O. S. 13.

***) A. Moll, Der Hypnotismus. S. 126.

in der geschlechtlichen Liebe" (oder sagen wir: der Liebe zwischen den Geschlechtern J.) „bemerkbar wird. Wenn jemand sich zu einer Person hingezogen fühlt, von einer anderen abgestossen ist, so ist er sich über die wahren Gründe oft nicht klar. Nicht selten sagt ihm sein Verstand die Verkehrtheit der Neigung. Und dennoch kann er sich dem mächtigen psychischen Einfluss*), der ihn an jene Person fesselt, nicht entziehen .... Es ist nicht über den Geschmack zu streiten, weil er nicht durch den Verstand, sondern durch ganz unbestimmte Agentien**) bestimmt wird."

Aber bereits wenn Moll die Suggestibilität als einen eigenthümlichen Seelenzustand bezeichnet, mittels dessen die Vorstellung die Wirkung herbeiführt, deutet er an, dass es zum Gelingen einer Suggestion ausser auf diese selbst noch auf einen wesentlichen Umstand ankommt, der meines Erachtens in der Art zu suchen ist, wie und von wem die Suggestion gegeben und wie und von wem sie aufgenommen wird; die Seele und der Geist des Gebers wie des Empfängers und eine über die blosse Mittheilung hinausgehende, unmittelbare Verbindung zwischen beiden, die ich mir als körperliche denke, spielen in den Erscheinungen des Hypnotismus eine Rolle.

Noch einen Grund habe ich gegen die Suggestionstheorie geltend zu machen, den ich aus der Aehnlichkeit der Hypnose mit dem Schlafe herleite. Ebenso wenig wie wir in Folge der blossen Vorstellung des Schlafes, noch in Folge des dringenden Wunsches und festen Willens einzuschlafen, wirklich in Schlaf gerathen, wenn gewisse Umstände körperlicher — oder geistiger — Natur dies verhindern: ebenso wenig können wir annehmen, dass die Vorstellung einer hypnotischen Erscheinung an und für sich im Stande sein sollte, die letztere hervor-

*) Wenn Dr. Moll den in Frage kommenden Einfluss auch psychisch nennt, so ist derselbe doch mehr als eine blosse Suggestion, er ist vielmehr eine, demjenigen, von dem er ausgeht, dauernd innewohnende Eigenschaft.

**) Prof. Jäger hat dieselben bestimmt — (es sind die Lebensstoffe), ihre Natur und Wirkungsweise eingehend geschildert.

zurufen, wenn nicht gewisse sonstige Bedingungen dies ermöglichten.

Mehrere Forscher haben in Anknüpfung an die Braidsche Fixationsmethode ein weiter gehendes Verständniss wenigstens für den Eintritt des hypnotischen Schlafes in folgender Weise versucht. Ich halte mich bei der Wiedergabe dieses Versuchs hauptsächlich an die Darstellung Obersteiners*). Wenn wir einen Gegenstand fest und dauernd anblicken, so schenken wir damit zunächst einem einzelnen Sinneszreiz unsere Aufmerksamkeit, das heisst nach dem genannten Forscher: wir verleihen aus einer grösseren Anzahl von äusseren und inneren Reizen, welche an unser Bewusstsein herantreten, jenem einzelnen dadurch das Uebergewicht, dass alle anderen unterdrückt, gehemmt werden. Hiernach ist die Aufmerksamkeit ein Hemmungsprocess innerhalb der aufnehmenden (receptiven) Thätigkeit unserer Bewusstseinscentren. — Ist nun der unsere Aufmerksamkeit fesselnde Reiz stark, so bleiben wir wach und geben uns seinem Eindruck lebhaft hin (gespannte Aufmerksamkeit); ist er aber von geringer Intensität und dauert er längere Zeit unverändert an, so schwindet (durch Ermüdung) auch das Bewusstsein für ihn, nachdem das Bewusstsein für alle anderen Reize schon vorher (eben durch unsere Aufmerksamkeit auf jenen bestimmten Reiz) untergegangen war. Das heisst aber nichts anderes als: wir schlafen ein, und es macht keinen wesentlichen Unterschied, ob dies auf normalem Wege oder durch besondere nervöse Inanspruchnahme unseres Centralnervensystems geschieht.

Die nach dieser Meinung veränderte Aufmerksamkeit ist die active; nur sie wird durch Fixation — oder, wenn wir die Hypothese etwas erweitern, auch dadurch, dass der Geist der Versuchsperson sich mit den Suggestionen des Hypnotisten beschäftigt — einseitig in Anspruch genommen, während die passive Aufmerksamkeit

*) Prof. Dr. H. Obersteiner, Der Hypnotismus mit besonderer Berücksichtigung seiner klinischen und forensischen Bedeutung. 2. Heft der „klinischen Zeit- und Streitfragen". Wien, M. Breitenstein. 1887. Vgl. auch meinen Aufsatz über „die Erscheinungen des Hypnotismus und ihre Erklärung" in der Pharmaceut. Zeitg. 1887, Nr. 38. (S. 263 u. f.).

ungestört bleibt, durch welche eben seine von aussen eingegebene Vorstellung besonders hervortritt, deren Wahl aber nicht dem Hypnotisirten überlassen wird.

Indessen kann auch diese Darstellung, wie Moll*) zugiebt, als eigentliche Erklärung nicht betrachtet werden; vielmehr benutzen wir nur ein Wort, um das Ganze unserm Verständniss näher zu bringen.

Dasselbe gilt für den weiteren Inhalt der Hypothese, welcher sich auf die Erscheinungen in der Hypnose erstreckt. Obersteiner**) fasst den Willen innerhalb der expressiven Thätigkeit unseres Geistes als einen eben solchen Hemmungsprocess auf wie die Aufmerksamkeit auf receptivem Gebiete. Wie nun beim Hypnotisiren durch die Inanspruchnahme der Aufmerksamkeit auf eine Seite des geistigen Lebens eingewirkt wird, so kann mit der Aenderung dieser die Aenderung einer anderen Seite: der Willensthätigkeit Hand in Hand gehen. Die tägliche Erfahrung zeigt uns das: Jemand, der seine Aufmerksamkeit gespannt auf einen Gegenstand richtet, vergisst alles um sich her; er wird manches gedankenlos oder richtiger willenlos ausführen, was ihm eingeflüstert oder „suggerirt" wird. — Durch die hier gegebene Anknüpfung an eine bekannte Thatsache des normalen Lebens werden die Vorgänge in der Hypnose nicht erklärt, da ja jene Thatsache — obwohl bekannt — doch gleichfalls unerklärt ist.

Eine ungefähre physiologische Erklärung für den Hypnotismus haben Heidenhain, Weiss und Andere zu geben versucht, indem sie eine Thätigkeitshemmung der Grosshirnrinde annehmen. Nach Heidenhain soll diese Thätigkeitshemmung durch schwache, aber anhaltende äussere (periphere) Reize entstehen, die auf gewisse Nerven ausgeübt werden***); hierin lehnt sich Heidenhain an die Meinung der (Pariser) Charcotschen Schule an, welche z. B. an eine unmittelbare hypnosigene (d. h. die Hypnose erzeugende) Einwirkung der Metalle und der Magnete auf das Nervensystem (ohne

*) A. a. O. S. 155.
**) Vgl. K. F. Jordan, Pharm. Ztg. 1887, Nr. 38, S. 264.
***) Vergl. Moll, a. a. O. S. 157 u. f.

Vermittlung von Vorstellungen), an eine unmittelbare Reizung der lokalisirten motorischen Hirnrindencentren durch Streichungen der Kopfhaut u. s. w. glaubt*).

Weiss knüpft an die Entdeckung von Maynert in Wien an, dass die erhöhte Erregung der Hirnrinde eine abgeschwächte Erregbarkeit der subkortikalen Centren, d. h. der unter der Rinde gelegenen Gehirnmasse, zur Folge hat und umgekehrt die herabgesetzte Erregbarkeit der Hirnrinde mit einem erhöhten Erregungszustand der subkortikalen Hirntheile verbunden ist, welch' letzteren Maynert als „reizbare Schwäche" bezeichnet hat. Da z. B. im Schlafe die Erregbarkeit der Hirnrinde herabgesetzt ist — eine wirkliche Erklärung hätte uns anzugeben: weshalb! — so entstehen durch den erhöhten Erregungszustand der subkortikalen Hirntheile die Hallucinationen des Traumes, welche den Hallucinationen und Illusionen in der Hypnose an die Seite zu stellen sind. Der hypnotische Zustand ist nun nach Weiss ein mit reizbarer Schwäche verbundener abnormer funktioneller psychischer Zustand; und wenn beispielsweise ein Hypnotisirter auf eine entsprechende Suggestion hin sich wie ein Kind benimmt, so beeinflussen in diesem Falle gewisse Hallucinationen, nämlich Erinnerungsbilder aus der Kindheit das ganze Benehmen, und die eintretende Täuschung ist möglich, weil eben die Kontrolle der geistigen Thätigkeit von seiten der geschwächten Hirnrinde fehlt, welche sonst das Bewusstsein kontrollirt.

Die Hypothesen von Heidenhain und Weiss stehen nun aber auf keinem festen Boden, sie sind willkürlich gemacht; denn es nöthigt uns nichts zu der Annahme, dass die Grosshirnrinde bei Hypnotisirten weniger thätig sei als ohne Hypnose (für den Schlaf ist diese Annahme in gewisser Weise gerechtfertigt). Folgendes Beispiel mag dies zeigen. Dass ein Hypnotisirter, nachdem man ihn zuerst ein Stück vorwärts bewegt hat, nachher automatisch weitergeht (wie es oft der Fall ist), kann sehr wohl aus dem Grunde geschehen, weil er glaubt, dass er weiter gehen solle; es ist also nicht ge-

*) Vgl. A. Forel, a. a. O. S. 12.

sagt, dass die Grosshirnrinde dabei unthätig ist. Wenn die Person bei dem automatischen Weitergehen nicht jeden einzelnen Schritt überlegt, so thun wir dies im wachen Leben nicht anders: einmal in Bewegung, gehen wir auch weiter, ohne an die Schritte, die wir thun, zu denken.

Würden wir aber auch zugeben, dass die Thätigkeit der Grosshirnrinde in der Hypnose gehemmt ist, so entstände doch die weitere Frage (die wir für den Schlaf schon aufgeworfen haben), wie diese Thätigkeitshemmung zu Stande kommt, und aus welchem Grunde die subkortikalen Hirntheile alsdann in erhöhten Erregungszustand versetzt werden.

Schliesslich erklärt diese ganze Auffassung auch keineswegs die gewaltige Einwirkung der Suggestion auf die anatomische Beschaffenheit des Körpers.

Prof. Preyer sucht die Thätigkeitshemmung der Grosshirnrinde in der That zu erklären, indem er annimmt, dass die z. B. beim Fixiren angespannte Aufmerksamkeit in den dabei activ betheiligten Gehirntheilen eine rasche Anhäufung von Ermüdungsstoffen bewirke, dass dadurch ein rascher örtlicher Verbrauch des zugeführten Blutsauerstoffs stattfinde und in Folge dessen die Thätigkeit der Hirnrinde theilweise erlösche. Dieses Erlöschen eines Theils soll nun die Steigerung anderer erklären, weil die Hemmung wegfalle. Aber Bernheim hat dagegen mit Recht den Einwand erhoben, dass auf diese Weise die schnell eintretenden Hypnosen nicht erklärt werden, da hier die Zeit zu einer genügenden Ansammlung der Ermüdungsstoffe fehle. Und auch das schnelle Aufwachen aus der Hypnose, etwa durch das einfache Anrufen des Hynotisirten, bleibt unklar, weil doch der blosse Ruf („Wach!") die vorhandenen Ermüdungsstoffe nicht — noch dazu plötzlich — wegblasen kann.

In der Preyerschen Annahme ist gleichwohl ein brauchbarer Kern enthalten, der aber gründlicher und umfassender ausgearbeitet werden muss. Preyer hat das innige Ineinanderwirken von geistigen und körperlichen Faktoren im Hypnotismus nicht genügend und in der rechten Weise gewürdigt.

Die Beziehungen des Hypnotismus zur Heilkunde, Erziehungslehre und Rechtsprechung.

Wenn wir nunmehr an eine Betrachtung der Anwendungen, welche von dem Hypnotismus auf dem Gebiete der Heilkunde und der Erziehungslehre gemacht oder vorgeschlagen worden sind, und der Beziehung des Hypnotismus zum Verbrechen und zur Rechtsprechung herantreten, so kann es in dieser Zeitschrift unsere Aufgabe nur sein, diese Dinge andeutungsweise zu berühren, um so zu zeigen, wie gross die Tragweite der behandelten Erscheinungen ist und wie nothwendig daher die wissenschaftliche Beschäftigung mit denselben.

Was die Anwendung des Hypnotismus in der Heilkunde anbetrifft, so ist es möglich, gewisse Schmerzen (z. B. Kopf- und Zahnschmerz) durch die blosse, dem Leidenden in einer Hypnose ertheilte Suggestion zu vertreiben, dass die Schmerzen verschwinden würden. Auch auf andere krankhafte Zustände (z. B. Schlaflosigkeit, mangelnde Esslust, Stuhlverstopfung, Unregelmässigkeiten in der Menstruation u. s. w.) kann suggestiv eingewirkt werden. Besonders wichtig ist es, dass man durch die Hypnose Unempfindlichkeit bei manchen wundärztlichen Vornahmen hervorrufen kann, ohne dass es nöthig wäre, zu schädlichen und oft gefährlichen Betäubungsmitteln zu greifen.

Es mag hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass auch Suggestionen ohne Hypnose bisweilen Heilungen im Gefolge haben. Der Gedanke, man werde gesund, kann in solchen Fällen bei Ausschluss jedes hypnotischen Zustandes den Körper derart beeinflussen, dass die Krankheit aus demselben weicht*); doch wird meistens eine körperliche Einwirkung des Heilenden auf den Kranken im Spiele sein, wie bei den heilmagnetischen Kuren. (Vgl. Jägers Lehre!) Endlich darf man mit solchen Heilungen nicht ohne weiteres diejenigen — allerdings wohl sehr seltenen — zusammenwerfen, in

*) Die Frage ist nur, wie der Gedanke dies zu Stande bringt; ich meine: durch Erzeugung von in eigenartiger Beschaffenheit befindlichen Lebensstoffen.

denen die vereinte Wirkung von Gebet und Glaube und die dahinter befindliche göttliche Hilfe thätig ist. Freilich, die Atheisten wollen damit nichts zu schaffen haben. Aber sehen wir auch von derartigen göttlichen Einflüssen ab, so erweisen doch die zuvor genannten Thatsachen soviel, dass die Einwirkungen des Geistes auf den Körper in allen Zuständen des Menschen eine viel grössere Bedeutung besitzen, als die besonders in der Medicin bislang herrschende wissenschaftliche Richtung sich träumen liess, welche ausschliesslich den Einfluss des Körpers auf den Geist untersuchte und anerkannte. Giebt man aber — *im Einklang mit den Thatsachen* — zu, dass der Geist den Körper im weitgehendsten Maasse beherrscht und sich unterwirft, dann kann die geistige Thätigkeit nicht ein blosser Bewegungszustand der — körperlichen — Gehirnmolekeln sein; man muss mindestens eine *besondere* Kraft annehmen, welche in der Thätigkeit der eigenartig beschaffenen (*Jäger*schen) Lebens- oder Seelenstoffe besteht.

Es ist viel von den schädlichen Einflüssen des Hypnotisirens gesprochen worden. Viele Aerzte wollen die Behandlung durch den Hypnotismus nicht gestatten, weil mit seiner Anwendung gewisse Gefahren verknüpft seien. Wenn nur die Aerzte auch sonst allseitig eine gleiche Vorsicht an den Tag legen wollten, soweit es sich um den Gebrauch von allerlei gesundheitsschädlichen Betäubungs- oder Schlafmitteln oder auch gesundheitsschädlichen Arzneien handelt, wozu vielleicht die meisten allopathischen Mittel gehören, wie — um nur ein paar Beispiele unter vielen zu nennen — das bei Gelenkrheumatismus als unentbehrlich betrachtete salicylsaure Natrium oder das bei Fieber gebrauchte Antipyrin, welches Erscheinungen von Herzschwäche hervorgerufen hat*). — Heutzutage ist nun einmal die Chemie die Königin der Wissenschaften, und der menschliche Magen wird gleichsam als eine Retorte betrachtet, in die man grobe Mengen von Stoffen hineinstopft, die dem Organismus fremd sind und den Verlauf der allgemeinen Lebensvor-

*) Siehe A. Moll, a. a. O. S. 206.

gänge stören, wenngleich sie gewisse specifische Krankheits-Erscheinungen vertreiben. Wie recht haben doch z. B. die französischen Behörden, welche die Einfuhr des Saccharins verbieten, das unsere deutschen Landsleute uns statt des Zuckers darreichen wollen und dürfen — Steine statt des Brots!

Wenn behauptet wird, dass der Hypnotismus Nervosität erzeuge, so ist dies dahin zu berichtigen, dass die Ursache dieser Krankheit nicht auf den Hypnotismus überhaupt, sondern auf eine fehlerhafte Anwendung desselben zurückzuführen ist. Die von den Hypnotisten zu beachtenden Vorsichtsmaassregeln bestehen in dreierlei: 1. möglichste Vermeidung andauernder Sinnesreize; 2. möglichste Verminderung aller psychisch erregenden Suggestionen; 3. vollkommenes Desuggestioniren vor dem Erwachen, d. h. Beseitigung aller der in der Hypnose hervorgerufenen Vorstellungen abermals durch eine Suggestion*). Was die Art des Erweckens selbst betrifft, so geschieht es am besten in der Weise, dass man, statt es plötzlich vorzunehmen, den Hypnotisirten auf das Erwachen vorbereitet, etwa indem man ihn bis 10 (oder auch nur bis 3) zählen lässt und ihm suggerirt, dass er bei 3 erwachen werde und zwar vollkommen wohl.

Die wirklichen Gefahren des Hypnotismus bestehen in einer Erhöhung der Suggestibilität und, wenn die Hypnotisirung oft wiederholt wird, in einer in das normale Leben übergreifenden Schwächung des Willens.

Hier mag noch hervorgehoben werden, dass die Hypnotisirbarkeit nicht, wie häufig geglaubt wird, das Anzeichen eines geistigen Mangels ist, wie man daraus erkennt, dass Geisteskranke schwerer zu hypnotisiren sind als gesunde Personen; ja auch Hysterische sind — wegen des sich bei ihnen findenden ausgeprägten Widerspruchsgeistes — oft viel weniger suggestibel als nicht Hysterische**).

Auf den Gedanken, den Hypnotismus in der Pädagogik zu verwerthen, ist man insbesondere durch die Thatsache gekommen, dass Kinder — sobald sie den

*) A. Moll, a. a. O. S. 209.
**) A. Moll, a. a. O. S. 213.

Gebrauch der Vernunft erlangt haben — in viel leichterer Weise in Hypnose zu versetzen sind als Erwachsene.

Unter anderen Beispielen sei nur ein Versuch von Liébeault erwähnt, durch den es glückte, einen faulen Knaben durch Suggestionen zur vollen Bethätigung seiner Anlagen und Kräfte zu veranlassen*).

Wenn nun einzelne Schulmänner ihre Stimme gegen die Anwendung des Hypnotismus bei der Erziehung erheben, indem sie auf die angeblichen — und allerdings nicht völlig ausgeschlossenen — Gefahren, mit denen derselbe verknüpft ist, hinweisen und des weiteren betonen, dass der Hypnotisirte seiner persönlichen Selbstständigkeit beraubt sei,**) so möchte ich ihnen folgendes entgegenhalten: Die wirkliche, künstlich herbeigeführte Hypnose mit allem Darum und Daran soll allerdings nicht ein gewöhnliches Erziehungsmittel sein; nur dann soll man Anwendung von derselben machen, wenn man es mit anscheinend unverbesserlichen Taugenichtsen zu thun hat (hat doch Forel einen alten Alkoholiker durch die hypnotische Suggestion zu völliger Enthaltsamkeit gebracht!***) und auch sonst, wenn alle anderen Mittel der Erziehung ihre Wirkung versagen.

Warum ist es zu verurtheilen, einem Menschen gegenüber, den man bereits als Kind für die Welt verloren glaubt, ein letztes Mittel zu versuchen, das vielleicht zum Ziele führt? Der Einwurf,†) dass alles, was etwa Gutes durch die Hypnotisirung erreicht werden könnte, doch auf Rechnung des Hypnotisten zu setzen sei, ist doch — soweit er richtig ist — ein völlig belangloser; denn ist die Besserung eines Menschen durch eindringliche — nicht hypnotische — Einwirkung seitens eines anderen nicht auch zum grossen Theile das Verdienst des letzteren? Die Hauptsache ist doch, dass ein Mensch sich bessert, gleichgiltig, wem das Verdienst daran zufällt, dies bewirkt zu haben. Zudem ist die Besse-

*) Der Hypnotismus in der Pädagogik; bevorwortet von Joh. G. Sallis. Heusers Verlag in Berlin und Neuwied. S. 5.

**) Ebenda. S. 6 und 7.

***) A. Forel, a. a. O. S. 66.

†) Der Hypn. in der Pädagogik. S. 7.

rung nur dann vollkommen, wenn die neuen, guten Grundsätze dem Gebesserten in Fleisch und Blut übergegangen sind. — Die Gefahr, dass ein Kind nach dem Aufhören der hypnotischen Suggestionen wieder in seine alten Fehler und Mängel verfallen werde, liegt ebenfalls vor, wenn man eine Beeinflussung (Suggestion) ohne Hypnose in Anwendung bringt.

Dass das Erste und Wichtigste in der Erziehung stets die Beeinflussung im wachen Zustande sein müsse, geben auch diejenigen französischen Forscher zu, welche auf den Werth des Hypnotismus für Ausnahmefälle hingewiesen haben. Aber diese Beeinflussung wird wirksamer werden, wenn man dasjenige dabei beachtet, was uns die hypnotischen Erscheinungen lehren: wenn man, wie Bérillon es verlangt, sich nicht einfach auf gutes Beispiel und Ermahnungen beschränkt, sondern den faulen, ungelehrigen oder ungezogenen Knaben gelegentlich „isolirt, ihm die Hand auf die Stirn legt und ihm mit sanfter Stimme und Geduld, aber mit grosser Bestimmtheit Suggestionen giebt."*) Der ungenannte Verfasser der Schrift „Der Hypnotismus in der Pädagogik" fragt: wozu dieser Hokuspokus, das Handauflegen und das Isoliren? während er Geduld und Bestimmtheit anerkennt und (mit Recht) als alte pädagogische Grundsätze bezeichnet.

Dass aber auch das Handauflegen und das Isoliren kein Hokuspokus ist, das weiss ich aus der Erfahrung, die ich an mir selbst und mit anderen gemacht habe. Wie ernst mahnend und andererseits wie tröstend wirkt doch oft die Hand, die ein von uns als väterlicher Freund verehrter und geliebter Mensch auf unser Haupt legt — mehr und eindringlicher als viele Worte! Und das Isoliren? — Ich dächte, es wäre nicht unbekannt, dass ein schwerer Tadel, den man vor versammelter Klasse oder überhaupt in Gegenwart anderer Personen über einen Schüler ausspricht, denselben leichter zum Trotze reizt, hartnäckig und verstockt macht, als wenn man abseits in sein Gewissen zu reden versucht. Die Mienen, die Gedanken der übrigen Anwesenden (besonders der Schüler,

---

*) Der Hypnotismus in der Pädagogik. S. 9.

die oft Schadenfreude empfinden wirken ablenkend oder störend und lassen die Beeinflussung seitens des Erziehers, der den Verweis ertheilt, nicht zu der rechten Geltung gelangen. — Auch die hypnotischen Versuche Suggestionen gelingen nicht, wenn in der Umgebung Zeichen des Misstrauens u. dergl. sich sehen lassen.

Dass übrigens der Verfasser der genannten Schrift auch sonst verfehlte Anschauungen hat, zeigt sich in seiner Aeusserung,*) dass „ein entartetes Kind nicht wie ein Monstrum geboren, sondern erzogen sei, wie sehr auch die Eltern diesen Vorwurf von sich abzuwälzen bestrebt sind.“ Hiergegen bemerke ich, dass man — ohne völlig auf dem Standpunkte Lombrosos zu stehen — doch zugeben muss, dass dasjenige, was den Hauptausschlag für das Wesen und Verhalten eines Menschen giebt, seine auf die Welt mitgebrachten Anlagen sind. Das Werk der Erziehung besteht darin, dass diese Anlagen zur Thätigkeit herangezogen, zur Entfaltung — und zu einer innerhalb enger Grenzen sich bewegenden Höherentwicklung — gebracht werden. — Wenn der Verfasser übrigens jene angeführte Meinung von einem entarteten Kinde hat, darf er ein solches, wenn es auch noch so verabscheuenswerthe Handlungen begeht, (noch weniger als bei der entgegenstehenden Meinung) als Auswurf der Menschheit bezeichnen, um den man sich nicht sonderlich zu kümmern braucht. Was vielmehr anerzogen ist, wird sich auch wieder „aberziehen“ lassen.

Sprechen wir nun zuletzt von der Beziehung des Hypnotismus zum Verbrechen, so haben wir zwischen solchen (meist Sittlichkeits-) Verbrechen zu unterscheiden, welche von den Hypnotisten an in Hypnose befindlichen Personen vorgenommen werden, und solchen, zu deren Ausführung jemand durch (post-) hypnotische Suggestionen veranlasst wird.

Die ersteren sind völlig denjenigen Verbrechen an die Seite zu stellen, die an Personen verübt werden, welche sich in anderweitigen Zuständen der Bewusstlosig-

*) A. a. O. S. 16.

keit befinden oder in solche versetzt werden. Wir brauchen sie nicht weiter zu erörtern.

Die Verbrechen der zweiten Art aber weisen darauf hin, dass der Hypnotismus noch andere Gefahren nach sich zieht als die, welche man für die Gesundheit der hypnotisirten Personen befürchtet, und der Rechtsprechung werden durch den Hinweis auf den Hypnotismus erhebliche Schwierigkeiten bereitet, die aber nicht zu umgehen sind, wenn die Rechtsprechung klares und von Täuschungen befreites Recht gewähren soll. Es kann geschehen, dass der Richter einen Angeklagten wegen eines Verbrechens verurtheilt, das derselbe nur als Werkzeug eines anderen ausgeübt hat, der ihm eine posthypnotische Suggestion gegeben hat, während der letztere unbestraft bleibt.

Hier muss zunächst hervorgehoben werden, dass nur wenige Personen ohne wiederholte Hypnotisirung so suggestibel sind, dass man ihnen eine kriminelle Suggestion geben kann**); die im Laboratorium oder Studirzimmer nach dieser Richtung angestellten Versuche beweisen wenig, da hierbei gewöhnlich ein Rest von Bewusstsein besteht, welches den Hypnotischen sehr oft sagt, dass das Ganze doch nur eine Komödie sei; mit einem Stück Papier wird der Hypnotisirte einen Mordversuch viel leichter ausführen als mit einem wirklichen Dolch.

Ferner ist es möglich, dadurch dem Anstifter eines von einem Hypnotischen ausgeführten Verbrechens auf die Spur zu kommen, dass man den Thäter in Hypnose versetzt und nun nach den Suggestionen befragt, die er in früheren Hypnosen erhalten hat; ein anderes, auf dasselbe hinauskommendes Verfahren geben die automatischen Schreibversuche ab.

Es muss aber bemerkt werden, dass die Aussagen, welche jemand in einer späteren Hypnose über Vorfälle in früheren Hypnosen macht, nur eine zweifelhafte Sicherheit gewähren. Das Gleiche gilt von denjenigen Versuchen, die darauf ausgehen, jemandem in der Hypnose Geständnisse über Handlungen zu entlocken, welche er in

**) A. Moll, S. 233.

wachem Zustande (ohne vorher empfangene Suggestion) begangen hat. Ein Fall, über den Em. Laurent berichtet,*) zeigt, dass man den Hypnotisirten zu gerade entgegengesetzten Geständnissen bewegen kann.

Indem ich nun schliesse, wende ich den Blick noch einmal auf eine Seite des Verhältnisses des Hypnotismus zur Psychologie. Die Thatsache, dass fast alles Empfinden, Denken und Handeln in Hypnose versetzter Menschen unter dem Einfluss des Hypnotisten steht, sich nach dem Willen des letzteren richtet und dass eine in der Ausführung einer posthypnotischen Suggestion begriffene Person in vielen Fällen frei zu handeln glaubt und nach eigenen inneren Gründen für ihr Handeln sucht, haben mehrere Psychologen als einen Beweis dafür angesehen, dass die Handlungen des Menschen überhaupt unfrei seien und dass das Gefühl der Willensfreiheit ein irrthümliches sei. Ob nun in der That der Wille des Menschen frei oder unfrei ist, soll hier nicht untersucht werden (ich persönlich bin der Meinung, dass es eine gewisse, aber keineswegs unbeschränkte Willensfreiheit oder freie Entschliessung giebt); aber das sei gesagt, dass es falsch ist, aus jener Thatsache einen Schluss auf die Unfreiheit des Willens zu ziehen. Denn wodurch werden die Handlungen eines Hypnotisirten bestimmt? — Durch den Befehl eines fremden Ich. Wodurch, frage ich nun weiter, werden im normalen Zustande die Handlungen eines Menschen bestimmt? — Entsprechend muss die Antwort lauten: Durch einen Befehl oder eine Entscheidung des eigenen Ich. Und damit gerade wäre die Willensfreiheit — allerdings eine beschränkte — der menschlichen Persönlichkeit erwiesen.

*) Revue de l'hypnotisme et de la psychologie physiologique. 4. Jhrg. No. 2. (1. Aug. 1889.) S. 46.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche naturwissenschaftliche Abhandlungen.

Heft 13.

Die pflanzengeographische Anlage im Kgl. botanischen Garten zu Berlin.

Von

Dr. H. Potonié.

Mit 2 Tafeln.

Sonder-Abdruck aus der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“

Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1890.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

In der Südecke des Kgl. botanischen Gartens zu Berlin, einen Flächenraum von nicht weniger als ungefähr 80 Ar, also etwa 3 Morgen (fast $^1/_{12}$ des ganzen Gartens) einnehmend, ist von dem Director des Gartens, Herrn Prof. Dr. A. Engler, eine pflanzengeographische Anlage geschaffen worden, die ihres Gleichen sucht. Das noch im vorigen Jahre (1889) dort befindliche „Alpinum“, ein Nutzpflanzenstück, über $^1/_3$ des nahe liegenden für die Kultur der einjährigen Pflanzen bestimmten Stückes u. a. haben der Neu-Schöpfung den nöthigen Platz schaffen und angrenzende mit Bäumen bestandene Partien haben hinzugezogen werden müssen, um die kühne Aufgabe zu lösen*).

Die pflanzengeographische Anlage soll eine Vorstellung der Vegetationsformationen der verschiedenen Florengebiete der nördlichen gemässigten Zone geben. — Sie bietet in der That ein vorzügliches Mittel zum Vorstudium, dem Laien ein anregendes und jedem ein ernst belehrendes Bild. Namentlich glauben wir auf die Wichtigkeit der Anlage für naturwissenschaftliche und geographische Reisende aufmerksam machen zu sollen. Diesen muss das Studium der Anlage besonders empfohlen werden, denn es ist zweifellos, dass sie mit grösserem Gewinn reisen werden, wenn sie sich vorher ein Bild der zu erwartenden Vegetation gemacht haben.

---

*) Bei der Ausführung derselben haben Herrn Prof. Engler zur Seite gestanden Herr Dr. F. Pax, Custos des Gartens, und als specieller gärtnerischer Leiter Herr Obergärtner E. Wocke, der auch die Anlage unter seiner besonderen Obhut hat und hoffentlich auch ferner behalten wird.

Der umfassende Plan einer Darstellung der Vegetationsformationen der ganzen Erde konnte, abgesehen davon, dass hierzu der Raum auch eines noch so grossen botanischen Gartens nicht ausreichen würde, schon deshalb nicht gefasst werden, weil ja beispielsweise die meisten tropischen Pflanzen bei uns das ganze Jahr hindurch an das Gewächshaus gebunden sind*). Wer aber die Engler'sche Anlage studirt, wird Vorstellungen gewinnen, die ihm ein Studium der Gebietstheile, die nicht zur Darstellung kommen konnten, auch ohne ein solches ausgezeichnetes Hilfsmittel, wie es in der Anlage für die vorbenannte Zone geboten wird, ganz wesentlich erleichtern muss.

Die Schöpfung der Anlage ist ein grossartiges Werk: sie konnte nur von Engler, dem wir die die Pflanzengeographie zum Theil in neue Bahnen leitende Studie „Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode"**) verdanken, zur befriedigenden Ausführung um so mehr gebracht werden, als derselbe auf zahlreichen Reisen in Europa die Standortsverhältnisse der Pflanzen gründlich kennen gelernt hat.

Mit der Schaffung allein ist's aber nicht gethan, denn ununterbrochene Arbeit, Wachsamkeit und Umsicht gehören dazu, die Anlage nun auch so zu erhalten, dass sie stets ihre Aufgabe erfüllt. Der Gärtner wird das ohne Weiteres verstehen. Schon das Klima Berlins passt naturgemäss für viele der in der Anlage vertretenen Arten nicht: hier muss der Gärtner Bedingungen zu schaffen suchen, die sich, so gut es nur gehen will, den gewohnten nähern, und wo das nicht durchführbar ist, müssen eben die Pflanzen von Zeit zu Zeit ersetzt werden. Auch ist die Gefahr für die Alpenpflanzen zu erfrieren — so paradox es klingt — vorhanden, da ihnen

---

*) Eine theilweise Ergänzung erfährt die Anlage durch die ausschliesslich aus Topfgewächsen zusammengesetzten pflanzengeographischen Gruppen, welche Gebiete darstellen, die in der Anlage nicht zu finden sind. Diese Gruppen sind in der Nordhälfte des Gartens zu suchen. — Vergl. ganz hinten S. 45—48.

**) 2 Bände, Leipzig 1879 und 1882.

die schützende Schneedecke fehlt, die im hohen Gebirge erst dann schwindet, wenn gefährliche Fröste nicht mehr auftreten. — Ferner sind alle Möglichkeiten der Kultur im Freien von Pflanzen jeder Lebensdauer auf der Anlage vertreten: einjährige und zweijährige Pflanzen, Stauden, Sträucher und Bäume nach Maassgabe der Arten ins Freie ausgepflanzt oder in Töpfen sind zur Verwendung gekommen. Wer sich auch nur ganz oberflächlich mit Pflanzenkultur beschäftigt hat, muss wissen, was das heisst. Von den ausgepflanzten Gewächsen müssen die überwuchernden zurückgedämmt, andere von Zeit zu Zeit wieder erneuert werden; der Kampf der Gewächse um den Boden ist ununterbrochen thätig und hier gilt's aufzupassen, dass die eine Art die andere nicht einschränke oder vernichte. Dies in der Praxis durchzuführen erfordert so viel Zeit und hat vielfach solche Schwierigkeiten, dass man ja gerade deshalb die Freilandpflanzen in botanischen Gärten vorwiegend nach ihrer Dauer zusammenzubringen pflegt, weil dann die Ueberwachung leichter ist, die Kultur also hierdurch begreiflicher Weise ganz wesentlich vereinfacht wird. Freilich können aber botanische Gärten, in denen allein nach diesem Princip verfahren wird, nicht die hohe Bedeutung haben, wie sie der Berliner botanische Garten anstrebt, der sich nicht damit begnügt, ausschliesslich möglichst viele Pflanzenarten anzusammeln, sondern sich auch das hohe Ziel setzt, das Studium der theoretischen Botanik zu fördern. Ist ein solches Ziel einmal gesteckt, so liegt es nahe, den Versuch zu machen, mit einem Theil der dem Unterricht dienenden Materialien eines botanischen Gartens, der Schwesterdisciplin der Systematik: der Pflanzengeographie, zu dienen. Denn mit einem ernsteren Studium der Systematik oder als Vorbereitung hierzu, der Beschäftigung mit der Flora der Heimath wird zunächst das Bestreben pflanzengeographischer Erkenntniss verbunden sein*).

---

*) Gerade im Hinblick darauf hat es ja auch der Verfasser versucht in der von ihm veröffentlichten Flora unserer Heimath (Illustrirte Flora von Nord- und Mitteldeutschland mit einer Ein-

Die Hauptursachen, welche das Vorkommen gerade der jetzt vorhandenen Arten und ihrer augenblicklichen Vertheilung über der Erde zur Folge haben, sind zu suchen

1. in den Veränderungen, welche die Erde in vorhistorischen (geologischen) und historischen (recenten) Zeiten erlitten hat, also in geologischen und historischen Erscheinungen,

2. in den jetzigen klimatischen Einflüssen, vor allem der Wärme und der Wasserniederschläge, sowie

3. in den Eigenschaften des den Pflanzen als Untergrund dienenden Bodens.

Diese Hauptursachen und andere untergeordnetere, Ursachen haben Pflanzengemeinschaften, Formationen, zu Stande gebracht, die — wie wir schon sagten — zu veranschaulichen die pflanzengeographische Anlage in erster Linie bestimmt ist. In diesen Pflanzenformationen kehren die sie zusammensetzenden oft zahlreichen Arten in sehr beständiger Weise wieder; es sind Gruppirungen, die dem Floristen-Anfänger sehr bald geläufig sind und auch dem Laien als einfachste pflanzengeographische Einheiten ohne Weiteres auffallen. Um ein Verständniss des Ganzen zu gewinnen, geht man daher am besten von ihnen aus.

„Das anschauliche Beispiel einer solchen Formation bietet ein mit Unterholz versehener Wald, in dem die hohen Bäume, die in ihrem Schatten stehenden Sträucher, mehr oder minder grossblättrige Kräuter und niedere Moose und Flechten nach Kerner's Ausdruck gleichsam vier über einander gelagerte Schichten darstellen. Derartige Gesellschaften sind so beständig, dass z. B. Buche und Waldmeister verhältnissmässig selten getrennt vorkommen. Am wichtigsten und beständigsten sind natürlich die Formationen des von der Hand des Menschen nicht oder wenig berührten Bodens, wie die der Wälder, Wiesen,

---

führung in die Botanik. 4. Aufl. Verlag von Julius Springer. Berlin 1889) unter anderem die Pflanzengeographie einzuführen. Denn der wahre Florist — von dem blossen Pflanzensammler sehe ich ab — wird in erster Linie, wenn er sein Studium durchgeistigt, Pflanzengeograph sein. Wo es nur immer anging, habe ich auch in der vorliegenden Beschreibung stets auf die pflanzengeographischen Verhältnisse unserer Heimath hingewiesen, die in dieser Beziehung so viel des Interessanten bietet.

Sümpfe, Moore, Gewässer, Geröllhalden, Felsen, des Meeresstrandes; indess auch Aecker, Gärten, Weinberge, Wegeränder, Dorfstrassen ernähren so bestimmt wiederkehrende Pflanzengesellschaften, dass man diese wohl als künstliche Formationen bezeichnen könnte.“ (P. Ascherson.)*)

Das, was in der Anlage zur Darstellung gelangt ist, ersieht man aus der folgenden Disposition, die so recht eine Einsicht in die Fülle des Gebotenen giebt.

A. Nord- und Mitteleuropa nebst Centralasien.

1. Die Ebene und das Vorgebirge.
   a) Mischwald der Ebene.
   b) Buchenwald.
   c) Kiefern- und Birkenwald.
   d) Offene Heide.
   e) Hochmoor.
   f) Auen der Ebene.
   g) Vorgebirgswiese.
   h) Vorgebirgswald.
2. Sudeten.
3. Skandinavische Gebirge.
4. Voralpine und alpine Formationen.
   a) Auen alpiner Flüsse.
   b) Voralpiner Buchenwald.
   c) „ Fichtenwald.
   d) Buschwerk voralpiner Weiden.
   e) Alpine Wiese.
   f) Nördliche Voralpen.
   g) Centralalpen.
   h) Südliche Voralpen.
5. Hochgebirgsflora des Apennin.
6. Pyrenäen.
7. Pontische Flora.
   a) Formation der danubischen Steppe.
   b) Wachholderformation des danubischen Gebiets.
   c) Schwarzkieferwald.

*) Pflanzengeographie in Leunis-Frank's Synopsis der Botanik. 3. Aufl. 1. Theil. S. 728. Hannover 1883.

d) Süssholzflur.
e) Laubwald.

8. Karpathenflora.
   a) Liptauer Kalkalpen.
   b) Centralkarpathen (Tatra).
   c) Zipser Kalkalpen.
   d) Kalkalpen Siebenbürgens.
9. Balkan (a) und griechische Gebirge (b).
10. Vorderasiatische Hochgebirge.
    a) Subalpiner Nadelwald und Rhododendron-Gebüsch.
    b) Libanon und Taurus.
    c) Pontische Gebirge.
    d) Armenien.
    e) Kaukasus.
    f) Bithynischer Olymp.
11. Himalaya und Turkestan.
    a) Osthimalaya (Sikkim).
    b) Westhimalaya.
    c) Turkestan.
12. Altaï.
13. Subarktische sibirische Flora.
    a) Ostsibirische Waldflora.
    b) Westsibirische Waldflora.

B. Mittelmeergebiet und Makaronesien.

1. Mittelmeergebiet.
   a) Immergrüne Macchia-Formation.
   b) Chamaerops-Gebüsch.
   c) Strandflora.
   d) Ericaceen- und Cistus-Macchia
   e) Genisteen-Macchia.
   f) Felsenpflanzen.
   g) Eichengehölz.
2. Makaronesien.
   a) Flora von Madeira.
   b) „ der Kanaren.
   c) Lorbeerwald von Teneriffa.

C. Extratropisches Ostasien.

a) Immergrüne Laubhölzer vorwiegend des Südens von Japan.
b) Hara.
c) Sommergrüne Laubwaldflora der unteren Region in Japan.
d) Laubwaldflora der mitteljapanischen Gebirge in 900—1000 m Höhe.
e) Laubwaldflora der japanischen Gebirge in 1000—1600 m Höhe.
f) Coniferenwaldflora der japanischen Gebirge in 500—1000 m Höhe.
g) Subalpine und alpine Pflanzen Japans in 1500—2400 m Höhe.

D. Nordamerika.

1. Seengebiet.
   [a und b Kanadischer Nadelwald]
   a) Nadelwälder mit Picea nigra u. s. w.
   b) „ „ Thuja occidentalis u. s. w.
   c) Kanadischer Laubwald.
   d) Moor.
2. Atlantisches Nordamerika.
   a) Laubwald.
   b) Alleghanies.
   c) Carolinische Zone (Pine barrens).
   d) Swamps.
   e) Prairien.
3. Pacifisches Nordamerika.
   a) Oregongebiet.
   b) Caskadengebirge.
   c) Sierra Nevada.
   d) Rocky Mountains.*)

*) Die von Dr. Pax in der von Wittmack herausgegebenen „Gartenflora" veröffentlichte Abhandlung „Die neuen pflanzengeographischen Anlagen des Kgl. botanischen Gartens zu Berlin" behandelt nur die Gebiete A. und D. Die Gebiete B. und C. waren zur Zeit dieser Veröffentlichung noch nicht geschaffen. In

Ich will dieser, mir von Herrn Prof. Engler gütigst angegebenen Disposition folgen; die Auffindung der einzelnen Partien in der Anlage selbst wird durch die Zahlen und Buchstaben in dem beigegebenen Plan, Tafel 1, bequem gemacht. Sie entsprechen denjenigen, welche in der obigen Liste zur Anwendung gekommen sind. Von den Pflanzenarten nenne ich nur die bekanntesten, häufigsten und bemerkenswerthesten, denn diese Beschreibung will nur eine Uebersicht und Orientirung bieten und möglichst verständlich sein. Wenn auch die Arten vornehmlich in den Formationen vorkommen, unter denen sie als charakteristisch aufgeführt wurden, so begegnet man doch vielen von ihnen in verwandten Formationen wieder. Die Formationen selbst treten überdies in der freien Natur naturgemäss vielfach in Uebergängen auf, was sich durch eine Vermischung der den typischen Formationen charakteristischen Floren kundthut.

Doch bevor wir in die speciellere Betrachtung eintreten, ein Wort über den allgemeinen Aufbau der Anlage. — Die Partien, welche die ganze Anlage umgeben, meist mit hohen Bäumen besetzt, stellen die Formationen in der Region der Ebene dar und liegen dementsprechend auch am tiefsten: in gleicher Höhe mit dem grössten Theil des botanischen Gartens. Von Norden kommend, steigen wir dann allmählich hinan und gelangen zu den Darstellungen der höheren Regionen, schliesslich zu Felspartien, welche verschiedene Gebirge — die höchsten von ihnen die Alpen — vorstellen sollen. Der höchste Gipfel liegt in 8 m Höhe von der Ebene aus gerechnet. Unsere von Herrn E. Ohmann ausgeführte Ansicht Tafel 2 giebt eine Anschauung der Alpenpartie von Norden aus, genauer von dem auf unserem Plan durch einen Pfeil in dem Bezirk A 1 f angedeuteten Standpunkte aus gesehen.

---

der vorliegenden Beschreibung habe ich die Pax'sche Arbeit bezüglich der Gebiete A. und D. an mehreren Stellen zu Grunde gelegt. Der von Herrn Prof. Engler herausgegebene „Führer durch den Kgl. botanischen Garten der Universität zu Breslau" (Breslau 1886), in welchem die — ebenfalls von Engler geschaffenen — pflanzengeographischen Anlagen des Breslauer Gartens kurz beschrieben sind, ist mir ebenfalls hier und da von Nutzen gewesen.

(Vergl. im Uebrigen den Text zu Tafel 2.) Nach Südost fallen diese Alpen en miniature steil ab. Von den Centralalpen rieselt ein geschlängeltes und Inselchen bildendes Bächlein, im Beginne seines Laufes als Sturzbach, durch eine Schlucht der Voralpen der nach Norden gelegenen Ebene zu, die jedoch nicht von dem zum „Flüsschen" gewordenen Bächlein erreicht wird, da es in einem Moor (A 1e) versiegt.

Nun zur speciellen Beschreibung der Formationen!

A. Nord- und Mitteleuropa nebst Centralasien.

---

1. Die Ebene und das Vorgebirge.

a) Mischwald der Ebene. — Zur Darstellung des Mischwaldes der Ebene hat derjenige Mitteldeutschlands zum Vorbilde gedient. Der Platz, wo wir diese Formation jetzt finden, war bereits mit hohen Eichen, Ulmen, Hainbuchen, Schwarzpappeln, Feldahorn, sowie wilden Birn- und Apfelbäumen besetzt, unter denen wir die bekannte Waldflora antreffen, also unser Springauf oder Maiglöckchen (Convallaria majalis) und ihre Verwandten Polygonatum officinale und multiflorum, ferner Circaea Lutetiana, Stachys silvatica, Scrophularia nodosa, die Einbeere: Paris quadrifolia, Campanula latifolia, das zierliche Waldgras: Melica nutans, Epipactis latifolia, den Aronsstab (Arum maculatum) u. a. Am Rande des Gehölzes finden wir unsere Waldrandflora oder Flora der lichteren Waldstellen: das Buschwindröschen oder die Osterblume (Anemone nemorosa) und die gelbblühende Anemone ranunculoïdes, den Lerchensporn (Corydalis), die Vorbotin des Frühlings: das Schneeglöckchen (Galanthus nivalis), Lathyrus vernus, das Wald-Vergissmeinnicht (Myosotis silvatica) und -Veilchen (Viola silvatica), den Himmelsschlüssel (Primula officinalis), besonders aber Buschwerk aus dem wohlriechenden „Faulbaum", besser Traubenkirsche (Prunus Padus), dem Schlehdorn (Prunus spinosa), Weiden (Salix cinerea), Schneeball (Viburnum Opulus), Rosen, Kreuzdorn (Rhamnus cathartica) und dem mit diesem nahe verwandten echten Faulbaum oder Pulverholz (Frangula Alnus). — Der gegenüberliegende

b) Buchenwald, der Kalkboden jedem anderen Boden vorzieht, ist besonders pflanzenreich. Sein Unterholz besteht aus Gebüschen des giftigen Seidelbast (Daphne Mezereum), der seine rothen Blumen zeitig den Blättern voraussendet, der Johannisbeere (Ribes rubrum), der Gicht- oder Aalbeere (R. nigrum), einer Geissblattart (der Lonicera Xylosteum), dem Wintergrün oder Singrün (Vinca minor) u. a. Von den vielen Stauden des Buchenwaldes nenne ich nur den Waldmeister (Asperula odorata), das Leberblümchen (Hepatica triloba), den Sauerklee (Oxalis Acetosella), die Haselwurz (Asarum europaeum), den Siebenstern (Trientalis europaea) mit seinen zartweissen, siebenzähligen Blumen, die Türkenbund-Lilie (Lilium Martagon), sowie eine Bienensaug-Art mit goldiggelben Blumen (Galeobdolon luteum). — Viel weniger bietet der

c) Kiefern- und Birkenwald. Er bevorzugt Sandboden, und wir finden in ihm daher vorwiegend die Flora des Sandes und des trockenen Bodens. Die Tracht der Stauden und der einjährigen Arten des Kiefern- und Birkenwaldes ist deutlich von der der vorigen Formationen verschieden. Während wir dort im Allgemeinen breitflächenartig entwickelte Laubblätter vorfinden, entsprechen die Laubblätter der Pflanzen des Kiefern- und Birkenwaldes in ihrer Form oft derjenigen der Kiefernnadeln. Das gemeinschaftliche Gepräge dieser Pflanzen besteht in ihrem mehr schlanken Aufbau, besonders durch die oft schmale Gestalt der Blätter, die auch nicht selten eine gewisse Starrheit verrathen; sie sind beim Eintritt grösserer Trockenheit verhältnissmässig widerstandsfähig und erinnern durch diese Eigenthümlichkeit an die echten Pflanzen der Steppen, welche die angeführten Eigenheiten und die aus ihnen folgenden Eigenschaften am ausgeprägtesten besitzen. Auch „fette", fleischige Pflanzenarten sind charakteristisch für trockene Gebiete, und wir finden denn auch hier unsere Fetthenne (Sedum maximum) und den nahen Verwandten des Mauerpfeffers: Sedum reflexum. Krautige Arten sind: das weissblumige Fingerkraut (Potentilla alba), Potentilla rupestris, Silene nutans, das Sandveilchen (Viola arenaria), Anthericum ramosum, Gypsophila fasti-

giata, eine Waldnelke: Dianthus caesius, Astragalus arenarius, die Hainsimse (Luzula pilosa). — In sehr naher Beziehung zu dieser Flora steht diejenige der

d) offenen Heide, in der nur hier und da einige Kiefern, Birken und Wachholderbüsche zu finden sind, während sonst der Boden vorwiegend von Büschen des gewöhnlichen, immergrünen sogenannten Heidekrautes (in Wahrheit bekanntlich ein Strauch), der Calluna vulgaris, dicht bedeckt wird. Ein anderer allbekannter Strauch der Heide ist die Heidel- oder Blaubeere (Vaccinium Myrtillus). Das Katzenpfötchen (Gnaphalium dioicum und das Immerschön (Helichrysum arenarium), die Sand-Segge (Carex arenaria) sind hier so recht zu Hause, mit ihnen starre Gräser, Jasione montana, die Heidenelke (Dianthus deltoïdes) und eine nahe Verwandte des Beifusses (Artemisia campestris). Auch Arten der Küchen- oder Kuhschelle (Pulsatilla pratensis und vernalis) erblicken wir hier.

e) Das Hochmoor ist ebenfalls eine häufige Formation Norddeutschlands. Zum Unterschiede von den Wiesenmooren oder Grünlandsmooren, deren Vegetation vorherschend von echten Gräsern (Gramineen) und Riedgräsern (Cyperaceen) gebildet wird und die von kalkreichem Wasser durchtränkt werden, sind die Hochmoore, denen kalkfreies Wasser zufliesst*), in erster Linie mit Torfmoos (Sphagnum) besetzt, welches — das ganze Moor wie ein Polster überziehend — den Untergrund für charakteristische Phanerogamen vielfach nördlicher Herkunft bietet. Nach der Mitte zu steigen die Hochmoore sanft an, daher ihr Name. Bedingung für das Bestehen eines Moores ist stetes Vorhandensein von Wasser. Am Rande unseres Moores finden wir die am nächsten mit dem Knieholz verwandte Sumpfkiefer (Pinus uncinata), auf dem Moore selbst die Zwergbirke (Betula nana), den

---

*) Das in dem Hochmoor (A 1 e) der geographischen Anlage versiegende künstliche Bächlein fliesst allerdings durch Gebirge aus Kalkstein, von welchem es natürlich Bestandtheile löst. Es hat dies aber hier keine grosse Bedeutung, da das Hochmoor so wie so fortdauernd künstlich wird erhalten werden müssen, weil sich die Bedingungen für das Gedeihen der Moorpflanzen in Gärten nur schwer schaffen lassen.

Gagelstrauch (Myrica Gale) u. a. Sträucher, so den Sumpfporst (Ledum palustre), die Andromeda poliifolia, die Moorheide (Erica Tetralix), die der Heidelbeere so ähnliche Rausch- und Trunkelbeere (Vaccinum uliginosum), die sich dem Boden dicht anschmiegende Moosbeere (V. Oxycoccos) und die Krähenbeere (Empetrum nigrum); von Stauden sind bemerkenswerth das Sumpfveilchen (Viola palustris), das Läusekraut (Pedicularis palustris und silvatica), das Teufels- oder Blutauge (Comarum palustre), Wollgrasarten (Eriophorum) und die Farnkräuter: Aspidium Thelypteris und Königsfarn (Osmunda regalis). — Von dem Hochmoor gelangen wir etwas ansteigend durch

f) Auen der Ebene zunächst zu einer Vorgebirgswiese, dann zu einem Vorgebirgswald. Die Aue weist unsere gewöhnlichsten Wiesen-Kräuter auf, aber auch seltenere und schöne wie die Iris sibirica. Ein Wiesengraben beherbergt den Fieberklee (Menyanthes trifoliata), das Schweineohr (Calla palustris), den Wasserfenchel (Oenanthe aquatica), an seinem Rande ein grossblüthiges Weidenröschen (Epilobium hirsutum). — Hieran schliesst sich eine

g) Vorgebirgswiese mit ihren saftigen Kräutern. Zunächst die wie eine sehr grossblumige Hahnenfuss-Art aussehende Trollblume (Trollius europaeus), die im Herbste blühende Herbstzeitlose, deren Laubblätter und Früchte erst im nächsten Frühjahr zum Vorschein kommen, (Colchicum autumnale), die Krebswurzel (Polygonum Bistorta), der Germer (Veratrum album), Primula elatior, Geranium silvaticum, Myrrhis odorata, rothblühende Orchideen wie Gymnadenia conopea, die allbekannte Arnica und sehr viele andere.

h) Der Vorgebirgswald, aus Buchen, Tannen oder Fichten gebildet, gliedert sich in den Vorgebirgswald von Nord- und Mitteldeutschland und in den am Fuss der Alpen; an ersteren schliesst sich dann die Flora der Sudeten, an letzteren die der Alpen an. In dem erstgenannten erblicken wir einen kleinen Fichtenwald mit subalpinen Stauden, wie Mulgedium alpinum, dem Farnkraut: Blechnum Spicant. Die Stauden des aus Edel-

tannen gebildeten Vorgebirgswaldes der Alpen sind vielfach dieselben wie die des Buchenwaldes der Ebene. Als Unterholz nennen wir Daphne Mezereum, Ribes alpinum. Die Eibe (Taxus baccata) ist hier und da zu finden. Stauden sind die Tollkirsche oder Belladonna, eine Steinbrechart (Saxifraga decipiens), die wir nicht selten als Gartenzierpflanze benutzen, Stellaria nemorum und Andere.

2. Sudeten.

Bei dem Interesse, welches für uns die Flora der Sudeten hat, ist dieser ein besonders grosser Raum gewidmet, in welchem gleichzeitig der Unterschied der Flora der Westsudeten, also des Riesengebirges, und der Ostsudeten, also des Mährischen Gesenkes, zur Anschauung gebracht wird. Die gemeinsamen Arten nehmen die Mitte, die Specialfloren die Enden des verwendeten Raumes ein. In der Specialflora des Riesengebirges etwa aus 50 Arten bestehend ist vor allen Dingen das den Kamm bedeckende Knieholz, die Legföhre (Pinus Pumilio) zu nennen. Weitere Arten, die dem Gesenke fehlen, sind z. B. der Teufelsbart (Pulsatilla alpina), im Schatten des Knieholzes und auf Mooren die kleine nordische Brombeere (Rubus Chamaemorus), ferner mehrere Steinbrecharten wie Saxifraga nivalis, oppositifolia, bryoïdes und mochata, die schön violett blühende Gentiana Asclepiadea und die Primula minima. Im Gesenke hingegen, das Beziehungen zu den Alpen und den Karpathen aufweist, befinden sich unter den etwa 30 Arten, die dem Riesengebirge fehlen, der Wolfssturmhut (Aconitum Lycoctonum), Saxifraga Aïzoon, Aster alpinus, die Campanula barbata und der kleine Enzian: Gentiana verna*).

---

*) Vergl. S. 75 von E. Fiek's Flora von Schlesien, in der sich eine über 100 Seiten einnehmende pflanzengeographische Einleitung — das behandelte Gebiet betreffend — und zwar der Abschnitt über „Die Vegetationslinien der schlesischen Flora“ (S. 76—111) aus der Feder von R. v. Uechtritz vorfindet.

3. Skandinavische Gebirge.

Auch in Skandinavien fehlt das Knieholz; wir erblicken hier die niedrige Wachholder-Art Juniperus nana. Anderes kleines Gesträuch sind die Zwergweiden Salix polaris und retusa, die grösseren Weiden Salix Lapponum und S. lanata und die arktische Brombeere: Rubus arcticus. An Stauden sind vorhanden Dryas octopetala, Alchemilla alpina, Antennaria alpina, Saxifraga Cotyledon, Silene acaulis, Diapensia lapponica, Rhodiola rosea, die Jakobs- oder Himmelsleiter (Polemonium coeruleum), mehrere Carices, von einjährigen Gewächsen Draba hirta, Papaver alpinum. Es ist eine Flora, die sehr an die der Alpen erinnert, aber doch so mancher für die letzteren characteristischen Form, wie eben des Knieholzes, ferner der Alpenrosen und des Edelweisses entbehrt.

4. Voralpine und alpine Formationen.

Vor den Alpen bilden zunächst die

a) Auen alpiner Flüsse, auf von den Voralpen herabgekommenen Geröll-(Kies-)massen, die häufigen Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, eine besondere Pflanzengenossenschaft. In unserer Anlage finden wir sie am Rande des aus den höheren Partieen herabkommenden kleinen Gewässers. Die Isarauen bei München haben zum Vorbilde gedient. Buschwerk aus dem silberweissblättrigen Seedorn (Hippophaë rhamnoïdes), sonst eine Pflanze des Meeresufers, aus der Weisserle (Alnus incana) und Weiden (Salix daphnoïdes und nigricans) sind hier mit Stauden wie z. B. Hieracium staticefolium und einer Pestwurz mit fast schneeweissen Blättern (Petasites niveus) vergesellschaftet. Diese Pflanzengemeinschaften haben ein graues Ansehen durch die meist graue und helle Färbung des Laubwerks.

b) Der voralpine Buchenwald, wie etwa in Oberbayern und Salzburg, birgt an Sträuchern Sorbus Aria, Cytisus nigricans, Viburnum Lantana, Lonicera alpigena; bemerkenswerthe Stauden sind Salvia glutinosa, Aposeris

foetida, Carex alba und die schönste Orchidee Deutschlands der Venusschuh (Cypripedium Calceolus). Im Herbst erfreut uns ein Trupp blühender Alpenveilchen (Cyclamen europaeum), deren Knollen zwar giftig sind, aber doch von den Wildschweinen gern gefressen werden (daher der Volksname Saubrot), im Frühjahre am Waldrande ein kleines Buschwerk der reizenden Erica carnea.

c) Der voralpine Fichtenwald bietet an bekannteren Arten die Rosa alpina, Lonicera coerulea und nigra, Rhamnus alpina und Salix grandifolia, eine Nieswurz-Art (Helleborus niger), den rothen Fingerhut (Digitalis purpurea), Saxifraga rotundifolia, Petasites albus, Veratrum album, die Hirschzunge (Scolopendrium vulgare) und die zarte Cystopteris montana.

Bevor wir weiter hinauf kommen bemerken wir noch ein

d) Buschwerk voralpiner Weiden und gelangen dann in die alpine Region; zunächst zu einer

e) Alpenwiese. Gentiana lutea und acaulis, Sweertia perennis, Geum montanum, Potentilla aurea, der auch als Charakterpflanze der Sudeten bekannte Sturmhut (Aconitum Napellus), Polygonum viviparum, Adenostyles albifrons, Senecio subalpinus, Hieracium aurantiacum und alpinum und die reizende, wohlriechende Nigritella nigra treten uns hier entgegen.

Wer nicht in den Alpen oder sonst in einem höheren Gebirge war, und durch Naturanschauung den Eindruck kennt, welchen die charakteristisch meist kleinstengeligen, aber verhältnissmässig grossblumigen Alpengewächse machen, der kann hier in der That recht gut eine leidliche Vorstellung über die Gebirgsflora gewinnen.

Die bei weitem meisten Arten dieser Formation, wie die boreal-alpinen überhaupt, sind mit ihren unterirdischen Organen ausdauernd und zeichnen sich also durch auffallend niedrigen Wuchs aus. Die Gründe für diese Erscheinung liegen darin, dass eine einjährige Art, die doch erst die unterirdischen Organe ausbilden muss, von der Keimung des Samens bis zur Fruchtbildung meist mehr

Zeit gebraucht als eine ausdauernde, bei welcher mit dem Beginn der Vegetations-Periode die unterirdischen Theile — oft schon mit den Anlagen für Blätter und Blüthen — bereits da sind. Die boreal-alpinen Arten müssen in kurzer Zeit zur Fruchtreife gelangen, wenn sie überhaupt Nachkommen erzeugen wollen, da während der längsten Zeit im Jahre die Kälte und die Bedeckung des Erdbodens mit Schnee und Eis das Pflanzenwachsthum hemmen. Die erwähnte Bedeckung des Erdbodens, welche höhere Pflanzen leicht niederbricht, entspricht der geringen Höhe der boreal-alpinen Arten; der Hauptgrund zu der letzteren liegt aber vielleicht darin, dass in beeisten Regionen der Boden verhältnissmässig viel wärmer ist als die Luft, welchen Umstand sich die Pflanzen durch Anschmiegen an den Boden möglichst zu Nutze machen. Sie erzeugen daher nur eine kurze Spross-Unterlage und schreiten dann sofort zur Bildung der Blüthen.

f) Die Pflanzen der nördlichen Voralpen sind auf der ersten, nördlichen, der drei parallel vorlaufenden Felspartieen untergebracht. Diese erste Kette ist aus Kalkstein, die mittelste, die Centralalpen vorstellend, aus granitischem Gestein, die südliche, die südlichen Voralpen vorstellend, aus Tuff errichtet worden. Diese 3 Ketten demonstriren daher gleichzeitig die Arten des Kalk- und des Urgesteins. Betrachten wir zunächst die Kette, welche die Flora der nördlichen Voralpen zum Ausdruck bringt. In der Mitte derselben sind solche Arten untergebracht, die im ganzen Gebiet verbreitet auftreten; wir sehen hier die Rhododendron hirsutum, die bekannte Alpenrosen-Art mit am Rande gewimperten Blättern, Zwergweiden (Salix reticulata und retusa), die Aurikel (Primula Auricula), Dryas octopetala, den weissblüthigen Alpenmohn (Papaver alpinum), Hutchinsia alpina, Silene acaulis in dichten Rasenpolstern und Saxifraga caesia; auch das in Pelz gehüllte Edelweiss findet sich schon hier. Die anderen Partieen der in Rede stehenden Kette stellen Bezirke der nördlichen Voralpen dar, die sich floristisch durch Besonderheiten auszeichnen. Wir wollen von diesen — um nicht zu ausführlich zu werden — nur erwähnen: 1. die Partie, welche für die Flora des

Jura und der nördlichen Schweiz*) bestimmt ist mit Sedum Fabaria, Senecio abrotanifolius und Veronica fruticulosa. 2. die Flora von Bayern und Nordtyrol mit Primula Clusiana und Rhododendron Chamaecistus, sowie 3. die Flora Salzburgs und Niederösterreichs mit Callianthemum (Ranunculus) anemonoides u. s. w. — Auch die Flora der

g. Centralalpen ist gegliedert wie die vorige. Der ganze nach Norden hin gerichtete Abhang ist in der Anlage mit allgemein verbreiteten Arten der Central-Alpen bedeckt, während der südliche Abhang die Unterabtheilungen zeigt. Von den allgemein verbreiteten Arten sind in erster Linie zu nennen: die rostrothblätterige Rhododendron ferrugineum, welche im Gegensatz zu der oben unter f genannten kalkholden Alpenrosen-Art mehr auf Urgebirge zu finden ist, Salix Myrsinites, Thalictrum foetidum und alpinum, die gelbblühende Papaver pyrenaicum, Potentilla grandiflora, Geum reptans, Saxifraga Cotyledon, moschata und bryoides, Artemisia Mutellina und spicata, Luzula spadicea.

Von den am südlichen Abhang befindlichen Unterabtheilungen nenne ich nur die die sehr ausgezeichnete Flora von Kärnthen-Steiermark darstellende Gruppe. Wir erblicken hier die seltene Scrophulariacee Wulfenia carinthiaca, die sonst nirgends auf der Erde gefunden wird, ausserdem wieder Callianthemum anemonoides, ferner Papaver alpinum, Arabis ovirensis, Viola alpina, Potentilla nivea, Primula villosa, Androsace villosa und Avena planiculmis.

Ausserordentlich mannigfaltig ist die Flora der

h. südlichen Voralpen. Abgesehen davon, dass hier viele Arten, die wir schon von den nördlichen Voralpen her kennen, wieder auftreten, kommen eine Unzahl anderer hinzu, namentlich solcher, die in diesem Gebiet ausschliesslich einheimisch (endemisch) sind. Auch hier enthält wieder eine, nämlich die nach Süden hin gewendete mittlere Partie, die in den südlichen Voralpen all-

*) Ich kann nicht umhin demjenigen, der sich eingehender pflanzengeographisch mit der verlockenden Alpenflora beschäftigen will, das ausgezeichnete Werk H. Christ's „Das Pflanzenleben der Schweiz" (1879) zu empfehlen.

gemeiner verbreiteten Arten. Von den die bemerkenswerthesten Bezirke dieses Gebietes veranschaulichenden Gruppen machen wir hier nur auf diejenige aufmerksam, welche die südtyroler Dolomitalpen vorstellen soll, da sich gerade diese durch höchste Mannigfaltigkeit auszeichnet. Einige Vertreter dieser Flora sind: Callianthemum anemonoïdes, Ranunculus Seguieri, Potentilla nitida, Sempervivum dolomiticum, mehrere endemische Saxifraga-Arten, Campanula Morettiana, Phyteuma comosum, Primula spectabilis, Androsace carnea, Carex capitata und die Farn: Asplenium Selosii und Woodsia glabella.

Eine Abzweigung der südlichen Voralpen enthält die

5. Hochgebirgsflora des Apennin.

Nur eine geringe Zahl Arten hat der Apennin mit den Alpen gemeinsam. Den Alpen fehlen z. B. Potentilla apennina, Sedum magellense und Saxifraga lingulata.

6. Die Pyrenäen

nehmen in der Anlage einen grossen Raum ein. Ihre Flora ist alpenähnlicher als die vorige, auch zu den arctischen Ländern sind die Beziehungen bedeutender. Pflanzen, die die Pyrenäen mit den Alpen gemeinsam haben, die aber den arctischen Ländern fehlen, sind das Edelweiss, Saxifraga Cotyledon und verschiedene Primel-Arten, wie Primula hirsuta, integrifolia und latifolia. Sonst bemerkenswerth sind Ranunculus amplexicaulis, Meconopsis cambrica, Potentilla pyrenaica und splendens, Geum pyrenaicum, Saxifraga geranioïdes, hirsuta und S. Geum, Hieracium phlomoïdes und die hübsche Gesneracee Ramondia pyrenaica.

7. Die pontische Flora

in Südrussland und westwärts bis zum östlichen Galizien, dem Rande der Karpathen und Alpen und bis fast ans Adriatische Meer sich erstreckend, ist im Vergleiche namentlich zu der angrenzenden Mittelmeerflora auffallend arm an immergrünen Phanerogamen. Nach

A. Kerner*) besitzt die Mediterranflora Oesterreich-Ungarns 3 Procent, die der pontischen Flora nur 0,8 Procent immergrüne Phanerogamen.

Von der pontischen Flora liegt uns am nächsten die — eine besondere Formation bildende —

a) danubische Steppe mit ihren heissen und trokkenen Sommern und strengen Wintern, so dass sich die Vegetationsdauer fast nur auf den Frühling beschränkt. Unter den Pflanzen der danubischen Steppe finden sich mehr einjährige als ausdauernde, nach Kerner 56 Procent, während nach demselben Autor nicht weniger als 96 Procent ausdauernde Arten in der alpinen Region der Alpen anzutreffen sind (vergl. Abschnitt A 4 e). Auf die Tracht der typischen Steppenpflanzen haben wir schon bei Besprechung der Formation des Kiefern- und Birkenwaldes (Abschnitt A 1 c) die Aufmerksamkeit gerichtet.

Der norddeutsche Florist wird hier manche Pflanzenart finden, die ihm auch hier und da in der Heimath entgegentritt, z. B. das schöne Federgras (Stipa pennata), mit seinen langen, wehenden und federartigen, weichbehaarten Grannen, ihre in ihrem Aussehen bescheidenere Verwandte Stipa capillata, Andropogon Ischaemon, Salsola Kali, das Teufelsauge (Adonis vernalis), Ranunculus illyricus, Achillea setacea, Aster Linosyris und Scorzonera purpurea. Diese Arten sind denn auch nach der Eiszeit (vergl. B 1 a) in der That mit vielen anderen Arten der pontischen Flora über die Ostgrenze unserer Heimath zu uns eingewandert**). Die südlichen Theile Norddeutschlands müssen damals Steppencharakter besessen haben, denn es sind aus jener Zeit von A. Nehring auch Reste von Steppenthieren gefunden worden. Andere Arten der danubischen Steppen sind Ornithogalum narbonense, Kochia arenaria, Gypsophila panniculata, Onosma arenarium und die Schachtelhalmähnliche Ephedra monostachya.

Sehr charakteristisch ist die

b) Wachholderformation des danubischen Gebietes. Nicht nur der gewöhnliche Wachholder (Ju-

*) Oesterreich-Ungarns Pflanzenwelt. Wien 1886.

**) Eingehenderes hierüber weiter hinten S. 43—44.

niperus communis) bildet hier das Buschwerk, viele andere Gehölze sind noch mit ihm vergesellschaftet, so die Berberitze (Berberis vulgaris), der Schlehdorn (Prunus spinosa), der Liguster (Ligustrum vulgare), mehrere Goldregen- (Cytisus-) Arten u. a. — Ein

c) Schwarzkieferwald (aus Pinus austriaca = P. nigricans) ohne, mitunter mit spärlichem Unterholz und dürftiger Staudenvegetation, sowie eine

d) Süssholzflur (aus Glycyrrhiza echinata, das „Russische Süssholz“ liefernd, und glandulifera) mit Strandhafer oder -Roggen (Elymus arenarius) sind ebenfalls zur Darstellung gelangt. — Auch ein pontischer

e) Laubwald fehlt nicht mit der Eichen-Art Quercus pubescens, auch der Zerreiche (Q. cerris), der Silberlinde (Tilia argentea), der Edelkastanie (Castanea vesca) und mit reichlichem aus Apfel, Hollunder (Sambucus nigra), der Lambertsnuss (Corylus tubulosa) u. a. Arten gebildetem Unterholz. Stauden des pontischen Laubwaldes sind z. B. die uns aus unseren Gärten besonders bekannten Waldsteinia geoïdes und Telekia speciosa und ferner durch Schönheit auffallend Paeonia tenuifolia, Lychnis Coronaria, Lithospermum purpureo-coeruleum, Phlomis tuberosa und Melica altissima*).

8. Karpathenflora.

Der Flora der Karpathen ist ein besonderes, wieder in Unterabtheilungen gegliedertes Revier gewidmet. Endemisch sind hier die verbreitete, kalkholde Campanula carpathica in subalpiner Höhe, ferner Melandryum Zawadskyi, Waldsteinia trifolia, Saxifraga carpathica u. a. Steinbrech-Arten, Leucanthemum rotundifolium, Bruckenthalia spiculifolia. Ein bemerkenswerthes Nadelholz, das die Karpathen mit den Alpen gemeinsam haben, ist die nur der alpinen Region angehörige Zirbelkiefer oder Arve (Pinus Cembra). Auch finden wir das Edelweiss, Primula Auricula, Dryas octopetala, ferner Linum alpinum und

*) Vergl. zum Studium speciell der Flora der Donauländer ausser dem oben citirten Werk auch Kerner's interessantes Buch: „Das Pflanzenleben der Donauländer.“ Innsbruck 1863.

Alsine laricifolia; die letztgenannten 5 Arten fehlen aber nebst vielen anderen der aus Granit zusammengesetzten hohen Tatra.

Besondere Abtheilungen bilden in der Anlage, wie schon gesagt:

a) die liptauer Kalkalpen,
b) die Tatra,
c) die Zipser Kalkalpen und
d) die Karpathen Siebenbürgens.

9. Balkan (a) und griechische Gebirge (b).

Besonders auffallend sind hier zwei neu auftretende Nadelhölzer, eine Fichte, die Picea Omorika, und eine Kiefer, die Pinus Peuce. Von den auf den griechischen Gebirgen Wälder bildenden Tannen ist Abies cephalonica in der Anlage vorgeführt worden. Dass die Rosskastanie in den griechischen Gebirgen ihre Heimath hat, will ich nicht vergessen zu erwähnen.

Die Flora der Gebirge der Balkan-Halbinsel bietet Beziehungen zur Flora der vorder- und centralasiatischen Gebirge. — Wir gelangen daher von hier aus ganz naturgemäss zu der

10. Flora der vorderasiatischen Hochgebirge

mit ihren schönen Gebirgspflanzen, von denen hier an die Arten des persischen Insektenpulvers, Pyrethrum carneum und roseum, erinnert sein mag.

a) Die subalpinen Nadel-Wälder mit ihren prächtig grossblumigen und daher in unseren Gärten beliebten Gebüschen von Rhododendron caucasicum, ponticum und flavum sind wenigstens durch einzelne Vertreter markirt, so durch die Picea orientalis und die sich in unseren Parks immer mehr einbürgernde prächtige Nordmannstanne (Abies Nordmanniana). — Die Namen

b) Libanon und Taurus erinnern uns ohne Weiteres an die Zeuginnen der christlichen Vorgeschichte, an die „Cedern des Libanon" (Cedrus Libani) mit ihren schirmartigen Kronen. Die Cedern-Wälder sind aber am

Libanon leider fast verschwunden, nur noch verhältnissmässig wenige, alte Exemplare sind dort zu finden und ein Nachwuchs ist nicht zu bemerken.

Ausserdem sind also zur Darstellung gekommen:

c) das pontische Gebirge,

d) Armenien,

e) der Kaukasus,

f) der Bithynische Olymp.

11. Himalaya und Turkestan.

Auch vom mächtigen Himalaya, der sich gliedert in

a) Osthimalaya (Sikkim) und

b) Westhimalaya,

sind mehrere schöne Pflanzen, namentlich subalpine Rhododendren bei uns beliebte Zierpflanzen geworden. Die Gattung Rhododendron tritt hier in vielen Arten in förmlichen Waldungen auf und die Urheimath dieser schönen Gattung ist denn auch im Himalaya zu suchen.

Wir machen ausserdem auf die zahlreichen Primula-, Androsace-, Bergenia-, Delphinium- und Polygonum-Arten aufmerksam.

Ausser der Himalaya-Flora ist also auch die Flora von

c) Turkestan

zur Anschauung gebracht worden. — Den

12. Altaï

wollen wir ebenfalls nur flüchtig streifen. Hier finden wir viele alte Bekannte aus den Alpen wieder: Oxyria digyna, Polygonum viviparum, Anemone narcissiflora, Sagina Linnaei, Viola biflora, Dryas octopetala, Androsace villosa, Erigeron alpinus, Phleum alpinum und Carex atrata sind uns — manche auch schon aus dem Riesengebirge — wohl vertraut. Neu treten z. B. auf die schöne Primula cortusioïdes und P. auriculata, Viola altaïca, von der unser Garten-Stiefmütterchen stammt, Leontice altaïca u. a.; in der subalpinen Region begrüssen wir unter den hohen Stauden den Rhabarber (Rheum Rhaponticum).

13. Die subarktische sibirische Flora

— unter dem Einflusse mässiger Sommerwärme und ausgiebiger wässeriger Niederschläge in allen Jahreszeiten, mit winterlicher Unterbrechung der Vegetation — lässt sich in eine östliche, vorwiegend aus Laubwald, und in eine westliche, vorwiegend aus Nadelwald zusammengesetzte Hälfte gliedern.

a) Die charakteristischen Laubwaldbäume der ostsibirischen Waldflora sind uns zum grossen Theil wohlbekannt, es sind die Birken Betula pubescens und verrucosa, die Zitterpappel (Populus tremula), die Erlen Alnus incana und viridis, die Traubenkirsche (Prunus Padus) und die Eberesche oder der Vogelbeerbaum (Pirus Aucuparia). Besondere Repräsentanten dieser Flora sind ferner Populus balsamifera varietas suaveolens und die mit den Spiraea-Arten nahe verwandte Gattung Sorbaria.

b) In der westsibirischen Waldflora spielen eine Fichten-, eine Tannen- und eine Lärchenart (Picea obovata, Abies Pichta [= A. sibirica], Larix sibirica, letztere wohl nur eine Varietät von L. europaea) die Hauptrolle. Am Ural erscheint auch die schon früher genannte Zirbelkiefer.

B. Mittelmeergebiet und Makaronesien.

1. Mittelmeergebiet.

Das Land, „wo die Citronen blühn, im dunklen Laub die Goldorangen glühn“, ist nicht die Heimath dieser Gewächse. Die „Agrumi“ (vom italienischen agro = sauer), also die Pomeranzen, Apfelsinen (= chinesischer Apfel) und Citronen oder Limonen sind erst im Mittelalter als Culturpflanzen aus dem extratropischen Ostasien verbreitet worden. Auch der „gesegnete Baum“ der Araber, die Dattelpalme, ist in Europa nicht heimisch; sie wird besonders in Spanien und auf den griechischen Inseln und zwar nur als Zierbaum cultivirt, ist aber schon in Nordafrika zu Hause und in Arabien, von welchem ein Theil durch diesen wichtigen Besitz zum „glücklichen“ gestempelt worden ist. Auch von manchen der uns bekanntesten immergrünen und anderen Gewächsen, die auch cultivirt werden, als deren Heimath wir das Mittelmeergebiet anzusehen gewöhnt sind, hat Victor Hehn*) eine Einwanderung durch Vermittelung des Menschen aus dem Osten angenommen; doch ist — wie mir Herr Professor Engler mittheilt — für denjenigen, der die östlichen Mittelmeergebiete bereist hat, zweifellos, dass Lorbeer (Laurus nobilis), Myrte (Myrtus communis), Oelbaum (Olea europaea), Johannisbrotbaum (Ceratonia Siliqua), Granate (Punica Granatum), Feige (Ficus Carica) und Weinstock (Vitis vinifera) dort wenigstens wild wachsen. Auch die Cypresse (Cupressus sempervirens) ist wohl nur im öst-

---

*) „Kulturpflanzen und Hausthiere in ihrem Uebergang aus Asien nach Griechenland und Italien sowie in das übrige Europa.“ 4. Aufl. Berlin 1883.

lichen Mittelmeergebiet heimisch. Die durch ihre breite, schirmförmige Krone auffallende Pinie (Pinus Pinea) stammt vielleicht aus Kleinasien und Syrien.

Klimate der Art wie das des Mittelmeergebietes mit im allgemeinen ziemlich heissen und trockenen Sommern und milden, niederschlagreicheren Wintern (Jahreswärme 15—20°), so dass viele Pflanzen das ganze Jahr hindurch vegetiren, begünstigen das Auftreten immergrüner Laubhölzer, von denen die baumförmigen eine geringere Höhe erreichen als die nur sommergrünen Bäume. Sie bilden als

a) immergrüne Macchia (italienisch = Dickicht, Gestrüpp, Buschwald) im europäischen Mittelmeergebiet besondere Gemeinschaften in der Form von Buschwäldern.

Mehrere dieser Gewächse und auch andere, z. B. der Stinkstrauch (Anagyris foetida), sind die einzigen europäischen Vertreter von Pflanzengruppen, die sonst vorzugsweise in den Tropen entwickelt sind. Der Oleander (Nerium Oleander), die Myrte, der Johannisbrotbaum, der Oelbaum, die Pistacia-Arten, unter diesen die bemerkenswertheste des Gebietes, die Mastix-Pistacie (P. Lentiscus) sind solche tropische und subtropische Typen und sie sind dementsprechend auch alle — wie der französische Botaniker Ch. Martins*) nachwies — gegen Kälte besonders empfindlich. Sie weisen also durch diese Eigenschaft auf heissere Gebiete und reden von einer Zeit, der Tertiärzeit der Geologen, während welcher es im Mittelmeergebiet wärmer war als jetzt. Die in Rede stehenden Typen sind grösstentheils in der europäischen Flora der Tertiärzeit nachgewiesen. Sie haben sich im Mittelmeergebiet aus jener Zeit — abgesehen natürlich von denjenigen, die durch den Menschen nachträglich eingeführt worden sind — durch die auf die Tertiärzeit folgende Diluvialzeit hindurch erhalten, während in nördlicheren Gebieten — z. B. auch in Norddeutschland — zur Diluvialzeit eine Periode der Vereisung eintrat, welche tropische und subtropische Pflanzenformen aus diesen Bezirken vollständig verdrängte. — Ausser den obengenannten Arten sind in den Macchien noch bemerkenswerth und eben-

*) Mém. Acad. sc. IX. p. 87. Montpellier 1877.

falls auf subtropische und tropische Klimate weisend: der Erdbeerbaum (Arbutus Unedo) und der Kirschlorbeer (Prunus Laurocerasus). — An diese Gruppe schliesst sich ein

b) Chamaerops-Gebüsch aus der Zwergpalme (Chamaerops humilis) an, der einzigen im Mittelmeergebiet heimischen von den „Fürsten der Pflanzenwelt", den Palmen. Die Zwergpalme macht in Algier ganze Quadratmeilen gleichsam zu Palmenwiesen und bildet in Spanien ebenfalls dichte Gestrüppe.

c) Die Strandflora mit den eigenthümlichen, zu den Gymnospermen gehörigen Ephedra-Arten, mit der Euphorbia Myrsinites, den Frankenien und dem Abrahamstrauch (Vitex Agnus castus) muthet uns recht fremd an.

d) Die Ericaceen-Macchia, vornehmlich verschiedene grosse Erica-Arten (E. arborea, die baumförmig wird, mediterranea und scoparia) ferner die Cistus-Macchia, gebildet aus den oft ganze Strecken überziehenden Ciströschen (Cistus), mit ihren ausserordentlich zarten und leicht abfallenden Blumenblättern zur Blüthezeit einen prachtvollen Anblick gewährend, bilden wiederum besondere Gemeinschaften, welche besonders auf trockenem Boden vorkommen. Ganze Strecken überziehen auch die

e) Genisteen-Macchien aus den Gebüschen von Genista-, Ulex- und Cytisus-Arten. — Ausserdem sind bemerkenswerth die

f) Felsenpflanzen, unter ihnen besonders die Raute (Ruta graveolens), Iberis- und Helianthemum-Arten, Anthyllis Barba Jovis, die Jasmin-Art Jasminum fructicans, Winden- (Convolvulus-) Arten, Acanthus spinosus, dessen stilisirte Blätter an den Kapitälen korinthischer Säulen Jedermann kennt, Salvia argentea, Artemisia-Arten, das Heiligenkraut (Santolina Chamaecyparissus). Die ursprünglich in Westindien einheimische, jedoch jetzt durch die Cultur im Mittelmeergebiet weit verbreitete Stachelfeige oder Fackeldistel (Opuntia vulgaris) ist ebenfalls vertreten, ebenso die in Mittel- und Südamerika einheimischen Agave americana, gewöhnlich fälschlich als Aloë, und zwar als 100jährige Aloë, bezeichnet, die jedoch in Wahrheit zu ihrer Entwicklung bis zur Fruchtreife nur

eine grosse Anzahl Jahre gebraucht. Sie wird in den Ländern um das Mittelmeer cultivirt und verwildert ebenso wie die Opuntie so häufig, dass beide charakteristische Pflanzen italienischer Landschaften geworden sind: sie erscheinen uns jetzt von der Mediterran-Landschaft unzertrennlich.

Ausser den Macchien giebt es im Mittelgebiet auch noch immergrüne

g) Eichengehölze, in denen Quercus coccifera und Q. ilex die Hauptrolle spielen. Als Unterholz finden wir hier den bekannten sog. „Laurus Tinus“ (Viburnum Tinus) der Gärtner, Ruscus, als Kletterpflanze Smilax.

2. Makaronesien

umfasst Madeira, die Azoren und die Canaren. Die Flora dieser Inseln zeigt viel Uebereinstimmung mit der Flora des Mittelmeergebietes; aber auch tropische und speciell afrikanische Typen haben sich hier erhalten.

Zur Darstellung sind gelangt:

a) Die Flora von Madeira,

b) die Flora der Canaren mit den zahlreichen der unteren Region von Teneriffa angehörigen Succulenten, wie Semperviven, Euphorbia canariensis, ferner ausgezeichnet durch Arten mit holzigen Stengeltheilen aus Gattungen, die sonst nur Arten von Staudencharakter aufweisen, wie Sonchus, Echium und Convolvulus floridus. Auch ein kleiner Drachenblutbaum (Dracaena Draco), der auf die Tropen weist, ist vorhanden. Endlich

c) der Lorbeerwald von Teneriffa aus Laurus canariensis und Pflanzen mit lorbeerblattartigen Blättern, wie Myrsine excelsa, Persea indica, Ocotea foetens, Visnea Mocanera u. s. w. gebildet.

C. Extratropisches Ostasien.

Eine grosse Anzahl Gattungen der chinesisch-japanischen Flora sind gleichzeitig in Europa, auf dem Himalaya, in Ostasien und in Nordamerika durch verschiedene Arten vertreten; häufig kommen auch einzelne sich entsprechende Arten, die sich nur wenig von einander unterscheiden, in zwei oder drei von diesen Gebieten getrennt vor. Solche Gattungen waren in der — unserer Jetztzeit vorausgegangenen — Eiszeit, während welcher geologischen Periode — wie wir schon S. 28 andeuteten — ganze Distrikte der nördlich gemässigten Zone mit einer Eisbedeckung versehen waren, auf der nördlichen Hemisphäre viel weiter verbreitet als jetzt. „Es ergiebt sich aus pflanzenpaläontologischen Thatsachen, dass vor der Eiszeit einerseits die jetzige Flora der gemässigten Zone viel weiter nach Norden verbreitet war, andererseits in den einzelnen Theilen der nördlichen Hemisphäre eine grössere Uebereinstimmung in dem Charakter der Flora herrschte. Schon durch die Richtung der Gebirgszüge wurde in dem grössten Theile der alten Welt eine Sonderung zwischen der nördlich und südlich derselben entwickelten Flora herbeigeführt, während in Ostasien die hauptsächlich von Norden nach Süden stattfindende Richtung der Gebirgszüge der Wanderung der Pflanzen in dieser Richtung keine Schranke setzte, wenn nur sonst die Bedingungen für Ansiedlung und Erhaltung von Formen benachbarter Gebiete gegeben waren. Als während der Glacialperiode die nördliche Baumgrenze

erheblich nach Süden verschoben wurde, mussten mit den Bäumen auch eine Menge anderer Pflanzen, welche zuvor in den höheren Breiten näher bei einander wohnten, nach Süden wandern, wobei natürlich die Distanz zwischen manchen einander zuvor benachbarten verwandten Formen erheblich vergrössert wurde. Anderseits starben natürlich eine Menge der älteren Formen aus. So erklärt sich das Vorkommen einzelner correspondirender Arten an so entfernten Lokalitäten. Es ist ferner bekannt, dass in Ostasien und im westlichen Nordamerika der Einfluss der Eiszeit sich nicht in dem Grade geltend machte wie im östlichen Nordamerika und namentlich in Europa wo den von Norden kommenden Gletschern die von den Alpen herabsteigenden entgegenkamen. Dazu kam, dass der von Westen nach Osten streichende Gebirgszug den Wanderungen von Norden nach Süden eine Schranke setzte und somit die Conservirung vieler im Norden verbreitet gewesenen Pflanzen in südlicheren Breiten nicht ermöglicht wurde. In Ostasien und Nordamerika gestattete aber die Lage der Gebirge eine solche Conservirung. Dadurch erklärt sich, dass die Flora des extratropischen Ostasiens, sowie die von Nordamerika in ihren Bestandtheilen viel mehr an die Flora der Tertiärzeit erinnert, als die gegenwärtige Flora Europas, welche gegenüber den anderen Floren weniger durch eigenthümliche Formen, als durch das Fehlen von Formen, die naturgemäss bei uns existiren könnten, charakterisirt ist. So erklärt es sich auch, warum nun, nachdem in Europa zum Theil wieder die vor der Eiszeit herrschenden Existenzbedingungen hergestellt sind, die grosse Mehrzahl der nordamerikanischen und ostasiatischen Pflanzen in Europa und namentlich in Westeuropa vortrefflich gedeiht.

Die Floren des nördlichen China, des Amurgebiets und Japans stehen unter einander in so enger Beziehung, dass sie hier im Zusammenhange dargestellt werden können, wenn auch zweifellos das durch sein insulares Klima ausserordentlich begünstigte Japan erheblich formenreicher ist, als die anderen Gebiete. Zudem ist namentlich durch Siebold und nach ihm durch viele andere die Einführung japanischer Pflanzen in Europa so stark

betrieben worden, dass gerade diese Flora in unseren Gärten sehr gut repräsentirt ist, während aus dem nördlichen China erst jetzt mehr Formen zu uns gelangen. Die bemerkenswertesten Züge der Japanischen Flora, welche auch bei unserer Gruppe zum Ausdruck gebracht sind, sind folgende: 1. grosse Mannigfaltigkeit, da die 2743 Arten von Gefässpflanzen Japans sich auf 1035 Gattungen 154 Familien vertheilen; 2. grosser Reichthum an Holzgewächsen; 3. grosser Reichthum an einzelnen Vertretern aus solchen Familien, deren Hauptentwicklung in das tropische Gebiet hineinfällt; 4. grosser Reichthum an artenarmen, meist monotypischen Gattungen (44); 5. verwandschaftliche Beziehungen zur Flora Nordamerikas, insbesondere zu der des atlantischen, zur Flora des Himalaya und auch zu derjenigen Europas; 6. grosser Reichthum an Coniferen 41 Arten." (Engler.)

Nach dem Gesagten ist also die Flora des chinesisch-japanischen Gebietes gemischten Charakters wie die Tertiärflora: Pflanzen von dem Aussehen derjenigen gemässigter Klimate und solche, die denen des Mittelmeergebietes sowie der Tropen gleichen, wachsen nebeneinander. In Nord-China mit seinen strengen Wintern fehlen natürlich die tropischen Typen.

Die Sommer des extratropischen Ostasiens sind warm bis heiss, die Winter milde bis strenge; die Niederschläge erfolgen regelmässig und im Frühsommer ungemein reichlich.

Von den

a) Immergrünen Laubhölzern vorwiegend des Südens von Japan sind viele als häufige Zierpflanzen bei uns allgemein bekannt. Vor allen Dingen die Camellie, Magnolien, die als Topfblattpflanze beliebten Evonymus japonicus, Aucuba japonica, Aralia Sieboldi und Pittosporum Tobira; ausserdem machen wir auf den Verwandten des Sternanisbaumes (Illicium religiosum), den Kampherbaum (Camphora officinarum), Thee und Olea ilicifolia aufmerksam.

b) Hara wird die blumenreiche Formation der Wiesen und Gebüsche oder besser gesagt von Stauden und Ge-

sträuchen genannt*). Von unseren Wiesen unterscheidet sich diese Formation durch das Fehlen eines dichten Graswuches. Auch von hier wie überhaupt sehr reichlich aus der japanischen Flora stammen beliebte Zierpflanzen unserer Gärten; ich brauche nur an Deutzia, Diervilla, auch Azaleen, Lilium lancifolium, Hosta (Funkia) und Hemerocallis zu erinnern. Manche Arten unserer Waldwiesen treten auch hier wieder auf.

c. **Die sommergrüne Laubwaldflora der unteren Region in Japan** sowie des nördlichen China und Amurlandes zeichnet sich im Gegensatz zu unseren Laubwäldern durch grosse Mannigfaltigkeit der sie zusammensetzenden Gehölze aus. Die Gattungen Quercus, Castanea, Carpinus, Acer treten in vielen Arten auf, ferner finden sich Betula, Aesculus, Magnolia, Ulmus, Tilia mit Gesträuchen unserer allbekannten Topf-Zierpflanze der Azalie (Rhodendron indicum = Azalea indica), Hortensien (Hydrangea) und viele Schlinggehölze wie die bei uns als Wandbekleidung beliebt gewordene Wistaria chinensis mit ihren schönen, hängenden, lila-farbenen Blumen-Trauben und Akebia quinata.

Nicht unerwähnt dürfen wir lassen, die zwar nicht zu den Laubhölzern gehörige, aber physiognomisch ihnen zuzurechnende Gingko biloba, eine Conifere, also zu den „Nadelhölzern" gehörige Art mit zweilappigen, breitspreitig-keilförmigen und alljährlich abfallenden Blättern**). Nach Berichten von Reisenden findet sich Gingko in China und Japan nur noch angepflanzt — und zwar in Japan,

---

*) Nach einer mir gütigst von Hrn. Tahara gewordenen Mittheilung bedeutet das japanische Wort Hara „eine unbebaute weite Ebene, die mit Gras, Unkräutern oder niedrigen Sträuchern bewachsen oder aber ganz kahl sein kann." Wiese heisst auf japanisch Makiba.

**) Ein besonders schönes, grosses Exemplar von G. b. befindet sich von Alters her im Freien ausgepflanzt in der Partie D 2a. Auch in den anderen Gruppen stehen hier und da Baumarten, die nicht in die betreffende pflanzengeographische Abtheilung gehören, denn aus begreiflichen Rücksichten sind die bemerkenswerthen, schönen und grossen Bäume dort stehen geblieben, wo sie ursprünglich gestanden haben, obwohl sie also nach der jetzigen Disposition des Raumes wo anders hingehören. Solche Bäume sind durch grün umrandete Etiquetten kenntlich gemacht.

wo Gingko ein heiliger Baum ist, meist in der Nähe von Tempeln —, aber nicht wild vor. Gingko biloba ist die einzige lebende Art seines Geschlechtes und bildet „jetzt den einzigen Repräsentanten der Tribus der Salisburieen in der Familie der Taxineen; nehmen wir aber die fossilen Gattungen und Arten hinzu, erhalten wir für diese Gruppe von Nadelhölzern 8 Gattungen und 61 Arten“ (O. Heer*). Diese Thatsache in Verbindung mit jener, dass der Baum wild nicht vorzukommen scheint, lässt den Gedanken auftauchen, dass er möglicherweise durch Menschenhand aus der „Vorwelt“ in die Jetztzeit hinübergerettet worden ist. Sollte aber Gingko hier und da noch wild vorhanden sein, so ist er jedenfalls nur durch günstigste Bedingungen aus der Tertiärzeit erhalten geblieben.

Auch die Flora der japanischen Gebirge tritt uns in der Anlage entgegen, so

d) die Laubwaldflora der mitteljapanischen Gebirge in 900—1000 m Höhe, wo wir z. B. unsere Gartenpflanzen Dicentra spectabilis, Saxifraga sarmentosa und Hydrangea finden,

e) die Laubwaldflora bis 1000—1600 m Höhe,

f) die Coniferenwaldflora in 500—1000 m Höhe mit Cryptomeria japonica, Chamaecyparis, Thujopsis Dolabrata und Cephalotaxus sowie endlich

g) die subalpinen und alpinen Pflanzen Japans in 1500—2400 m Höhe.

Von subalpinen Arten seien erwähnt der schöne Strauch Berberis (Mahonia) japonica, von Coniferen Pinus parvifolia, von Stauden, die aus unseren Gärten uns sehr bekannten Hosta (Funkia) plantaginea und coerulea und die zierliche Saxifragacee (nicht Spiraee) Astilbe (Hoteia) japonica, die in Gärten und Töpfen bei uns allbeliebt ist.

Viele Arten der japanischen Gebirge erinnern uns an die Heimath; wir finden hier z. B. wieder Osmunda regalis, Majanthemum bifolium, Polygonum Bistorta, Anemone narcissiflora, Rhodiola rosea, Barbarea vulgaris, Viola biflora.

---

*) S. 10 in Bd. I von Engler's Botanischen Jahrbüchern. Leipzig 1881.

D. Nordamerika.

1. Nordamerikanisches Seengebiet.

Der kanadische Nadelwald, der weite Strecken bedeckt, scheidet sich in

a) Nadelwälder mit Picea nigra und alba, Larix americana und der Balsamtanne (Abies balsamea), zu denen sich 2 Erlen (Alnus viridis und incana), sowie die Populus balsamea gesellen, sowie südlich von diesen in

b) Nadelwälder mit Thuja occidentalis, das ist der neuweltliche Lebensbaum, der bei uns häufig als Zierbaum angepflanzten Weymuthskiefer (Pinus Strobus) und der Schierlingstanne (Tsuga canadensis).

c) Der kanadische Laubwald birgt viele Gehölze unserer Parks, wie den Tulpenbaum (Liriodendron tulipifera), Gymnocladus canadensis, Iuglans cinerea, Carya alba, Quercus rubra und Amelanchier canadensis, als Unterholz besonders Berberis (Mahonia) Aquifolium, Staphylea trifolia, Sassafras officinale, an trockeneren Standörtern: Symphoricarpus racemosus, Physocarpus opulifolius, Ribes sanguineum und die Sandplätze bewohnende Myrica asplenifolia. Von den schönen Stauden des kanadischen Laubwaldes nennen wir Podophyllum peltatum, Sanguinaria canadensis, Trillium grandiflorum, Smilacina racemosa, Uvularia grandiflora, Asarum canadense und Erythronium americanum.

d) Die Moore beherbergen die bekannte „insektenfressende“ Sarracenia purpurea, die auch bei uns im Grossen hier und da probeweise angepflanzte Oxycoccus macrocarpus, Cypripedium pubescens, Gaultheria procumbens, Kalmia glauca und angustifolia, Rhododendron viscosum und Rh. Rhodora und manche Pflanzen als Ueberbleibsel der Eiszeit, wie Eriophorum alpinum, Viola palustris, Andromeda polifolia und Primula farinosa, die sich auch in unserer Heimath erhalten haben.

2. Die Flora des atlantischen Nordamerika

zeichnet sich in Uebereinstimmung mit den Wäldern des extratropischen Ostasiens und im Gegensatz zu denen Europas und der pacifischen Küste Nordamerikas durch eine bedeutende Mannigfaltigkeit von Laubhölzern aus.

a) Laubwald. Nur wenige hierher gehörigen Arten, natürlich nur die bekanntesten und interessantesten, können genannt werden; wir werden sehen, dass auch von diesen viele unsere Parks verschönern helfen. Zunächst treten auch hier wieder, den Wäldern vielfach das Gepräge verleihend, auf, der Tulpenbaum, Iuglans cinerea und nigra und Magnolia acuminata; nennen wollen wir ausserdem Tilia americana, Aesculus glabra und flava, Acer dasycarpum und A. Negundo, Liquidambar styraciflua, Fraxinus-Arten, Celtis occidentalis, Ulmus-Arten, Populus balsamea, Platanus occidentalis, Eichen-Arten, unter denen die Wälder bildende Quercus alba. Das Unterholz wird gebildet vorwiegend von Vitis Labrusca, Tecoma radicans, Clethra alnifolia, Sassafras, Cercis canadensis, Amorpha fruticosa, Spiraea salicifolia und tomentosa, Amelanchier, Hamamelis virginica und Ribes aureum, sanguineum und floridum. Viele Farne und in Gebüschen und auf Waldwiesen andere Stauden vervollständigen das Bild, namentlich zahlreiche Orchideen — unter diesen schöne Venusschuh-Arten, wie Cypripedium acaule, pubescens und spectabile — sowie Liliaceen — Trillium- und Lilium-Arten, Uvularia sessilifolia, Erythronium americanum — und

viele Compositen, z. B. Helianthus tuberosus, Silphium perfoliatum. Bemerkenswerth sind ausserdem Caulophyllum thalictroïdes und Adlumia. — Den Waldrand nehmen meist Arten trockener Standorte ein, nämlich Sträucher von Rhus- und Carya-Arten, Halesia tetraptera, Catalpa bignonioïdes, Mespilus Crus galli und coccinea, Prunus serotina, Ptelea trifoliata, sowie die Schlingpflanzen Vitis riparia und vulpina, Ampelopsis.

b) Die Alleghanies tragen ausser Laubwald auch grosse Bestände von Nadelhölzern: Pinus pungens, Abies Fraseri, die Schierlingstanne u. Juniperus virginiana sind hier vor anderen zu erwähnen, als charakteristische Laubhölzer Berberis canadensis, Calycanthus floridus, Fagus ferruginea, Aesculus parviflora und Ericaceen der Gattungen Rhododendron und Kalmia. Zahlreich vertreten sind Kräuter aus den Familien der Saxifragaceen (Parnassia, Heuchera, Boykinia, Mitella, Tiarella, Saxifraga), Polemoniaceen, Onagraceen und Compositen. In der höchsten Region der Alleghanies, in der pflanzengeographischen Gruppe durch einen besonderen Steinhügel repräsentirt, finden wir arktisch-alpine Arten, wie Silene acaulis, Sibbaldia, Loiseleuria und Empetrum nigrum und daneben eigenthümliche Arten, wie Shortia glacifolia, Dodecatheon und ein hohes Bärlappgewächs: Lycopodium dendroïdeum.

c) Die carolinische Zone mit sehr ausgedehnten, sandigen Flächen ist durch Kiefernwälder, „Pine barrens", (Pine = Kiefer; barren = öd, unfruchtbar) besonders aus Pinus australis, in untergeordnetem Maasse von Pinus mitis, inops und P. Taeda charakterisirt. An trockeneren Stellen bemerkt man Leiophyllum, Zanthoxylon carolinianum, ferner Yucca-Arten, besonders Y. filamentosa und Phlox subulata.

d) Die Formation der „Swamps", der „Küstensümpfe" wird aus Nadelwäldern besonders der virginischen Sumpfcypresse (Taxodium distichum) gebildet, die wir aus unseren Parks als schönen Baum kennen. Die Sumpfcypresse erzeugt begrenzte und „unbegrenzte" Sprosse, die zart-hellgrünen Nadeln stehen an ersteren allseitswendig, an letzteren zweizeilig gescheitelt; die begrenzten

Sprosse fallen mit ihren Blättern als ein Ganzes im Herbste oder im nächsten Frühjahre ab. Eine weitere Conifere der Swamps ist Cupressus thuyoïdes; aber auch den Charakter beeinflussende Laubhölzer wie Fothergilla alnifolia und Clethra alnifolia und die wegen ihrer schönen Blumen auffallenden Rhododendron nudiflorum und viscosum sind hier vorhanden. Hohe und wegen ihrer Schönheit in unsere Gärten eingeführte Stauden bedecken den Boden dieser Wälder, die auffallendsten sind Eupatorium purpureum, Rudbeckia laciniata, Physostegia virginica und Lobelia syphilitica.

Sind die vorher skizzirten Formationen Nordamerikas dem Laien unbekannt oder weniger bekannt, so hat doch ein jeder von den charakteristischen, im Gegensatz zu den Steppen den ganzen Sommer hindurch blumenreichen e) Prairien — zwischen den atlantischen Wäldern und den Ketten der Rocky Mountains — gehört. Das Klima erinnert an die Steppe: der Sommer der Prairien ist heiss, im Nordosten trocken, sonst mit spärlichen Niederschlägen versehen; der Winter ist streng. „Die charakteristischen Laubhölzer und Coniferen der atlantischen Küsten verschwinden immer mehr, je weiter man gegen das Innere des Kontinents vordringt, und eine üppige Staudenvegetation bedeckt den Boden. Nicht so wie in der Steppe, in welcher die Stauden hastig und rasch ihre Blüthen entfalten, um bald darauf den sterilen Boden mit abgestorbenen Resten zurückzulassen, vollzieht sich das Pflanzenleben der Prairieen. Den ganzen Sommer hindurch, bis in den Herbst hinein, entfalten sich ansehnliche Blumen ... Bald nachdem im Frühjahr Anemone decapetala, Pentstemon pubescens, (— die jetzt auch in Deutschland verwilderte — Potonié) Sisyrinchium Bermudiana, (— die aus unseren Gärten uns wohlbekannte — Potonié) Tradescantia virginica, Saxifraga pennsylvanica ihre Blüthen geschlossen haben, folgen ihnen zahlreiche Compositen mit ihren gelben und roten Blüthenköpfchen und in ihrer Gesellschaft findet man Euphorbia corollata, Hypoxis erecta, Amorpha canescens, Gentiana Andrewsii, und endlich im Herbst beginnen zahlreiche Astern, Solidago-Arten, Gentiana puberula u. s. w. ihre Herrschaft.“ (Pax).

3. Das Pacifische Nordamerika,

von dem atlantischen Nordamerika durch das ganze Gebiet der Prairien getrennt, ist reich an Coniferen, während Laubhölzer nur schwach vertreten sind, einige Familien, die sonst eine hervorragende Rolle in Nordamerika spielen, wie die der Magnoliaceen und Menispermaceen fehlen hier ganz. — Im Norden des Gebiets in dem

a. Oregongebiet sind von Coniferen charakteristisch Cupressus Lawsoniana, Chamacyparis nutkaënsis, Thuya gigantea, Picea sitchensis, Tsuga Douglasii, T. Mertensiana, T. Pattoniana und Abies grandis, von Laubhölzern die beiden bei uns besonders häufig angepflanzten Berberis Aquifolium und Ribes aureum, ausserdem Lonicera Ledebourii, Holodiscus discolor und Philadelphus Lewisii. Die Stauden Tellima grandiflora, Saxifraga peltata, Epimedium hexandrum und Mimulus cardinalis haben hier ihre Heimath. — Die alpine Flora, namentlich die Glacialflora des

b. Caskadengebirges ist wieder auf Steinhügeln untergebracht. Aus der Flora des Gebietes der

c. Sierra Nevada nennen wir den über 100 m erreichenden Riesen der Bäume, den Mammuthbaum oder die Californische Riesentanne (Sequoia gigantea) und von anderen Coniferen Libocedrus decurrens, Abies nobilis, von Laubbäumen Acer californicum und Betula occidentalis. Im Küstengebiet westl. der S. N. ist die nahe Verwandte des Mammuthbaumes Sequoia sempervirens zu Hause.

4. Die Rocky Mountains.

Der Charakter der Nadelwälder in gewisser Höhe der Rocky Mountains wird bestimmt durch die Tanne Abies concolor, die Fichten Picea Engelmanni und pungens, sowie die Kiefern Pinus ponderosa und monophylla.

Die höheren und höchsten Regionen tragen ausser endemischen Arten wieder viele Glacialpflanzen, die wir aus den Alpen, zum Theil sogar aus dem Riesengebirge kennen. Weit verbreitete, auch hier wieder anzutreffende

Glacialpflanzen sind z. B.: Oxyria digyna, Anemone narcissiflora, Draba alpina, Silene acaulis, Sibbaldia, Saxifraga nivalis und oppositifolia, Sedum Rhodiola, Androsace Chamaejasme, Veronica alpina, Aster alpinus, Antennaria alpina, Luzula spicata, Poa alpina, Trisetum subspicatum.

Bei der Auswahl der Arten für die Gebirgsflora war es Grundsatz, nicht nur die bemerkenswerthesten endemischen Arten, sondern wie wir hier sehen, auch die — für unsere Vorstellungen von den Pflanzenwanderungen so wichtig gewordenen — verbreiteten Glacialpflanzen vorzuführen, welche letzteren wir demnach in den verschiedenen „Gebirgen“ der Anlage wiederkehrend finden. Es wird hierdurch auf die nachtertiäre Entwicklung der Pflanzenwelt in der nördlichen gemässigten Zone, von der wir unter C schon ausführlicher gesprochen haben, immer wieder aufmerksam gemacht.

In Anknüpfung an das eben Gesagte, wollen wir hier noch einmal und zwar etwas ausführlicher und bisher Gesagtes zusammenfassend auf unsere Heimath zurückzukommen.

Nicht allein die Gebirge besitzen Arten der Glacialflora, mit Einschluss der Gruppe der boreal-alpinen Pflanzen, sondern auch die unterste Region derjenigen Gebiete, welche zur Diluvialzeit grösstentheils mit Eis — etwa wie jetzt noch Grönland — bedeckt waren. So auch das norddeutsche Tiefland! An günstigen Oertlichkeiten hat auch Norddeutschland zur Eiszeit eine Pflanzendecke besessen.

Die muthmassliche Flora Norddeutschlands jener Zeit: Glacialflora, müssen wir also in zwei Gruppen zertheilen. Einerseits sind nämlich diejenigen Arten zusammenzufassen, welche heutzutage fast ausschliesslich nur noch die höheren Gebirge und den hohen Norden bewohnen, also echte boreal-alpine Pflanzen sind, andererseits bilden, worauf Engler*) aufmerksam macht, diejenigen Gewächse eine Gemeinschaft, welche auch noch

*) Versuch Bd. I. S. 157 u. ff.

heute in unserem Gebiet, sowie in anderen gemässigten Klimaten häufiger sind, auch zum Theil als Begleiter boreal-alpiner Arten auftreten und daher mehr oder minder in wesentlichen Lebenserscheinungen mit diesen übereinstimmen. Was insbesondere die zur ersten Gruppe gehörigen Arten anbetrifft, so wurden diese bei dem Uebergang der Eiszeit in die wärmere, alluviale Zeit zum Rückzuge nach dem Norden und den höheren Gebirgsregionen veranlasst; aber an vereinzelten Stellen, welche den nachdrängenden Einwanderern keine zusagenden Lebensbedingungen boten, wie auf den nasskalten Torfmoorflächen, den kältesten Orten des Tieflandes, dort liess diese Flora einige Vertreter bis auf den heutigen Tag zurück. Da die letzteren also jetzt bei uns meist selten sind, und wegen ihres oft eigenthümlichen Baues erscheinen uns diese specifischen Arten der Eiszeit wie Fremdlinge, und man wird verführt, das gemeinsame Auftreten mehrerer Arten an demselben Standort als eine Kolonie zu bezeichnen, während doch gerade diese Gewächse von den jetzt bei uns lebenden diejenigen sind, welche am längsten unser Gebiet bewohnen: es sind lebende Zeugen einer längst verschwundenen Zeit, sie stellen gleichsam ein Stück Vorwelt dar unter den Pflanzen der Gegenwart!

Bis jetzt noch in Norddeutschland zurückgebliebene, typische boreal-alpine Arten, von denen wir die borealen, wenigstens nicht in den Alpen vorkommenden, durch den Buchstaben *B* kennzeichnen, sind z. B.: Andromeda calyculata *B*, Aspidium Lonchitis, Betula humilis und nana, Carex chordorrhiza, heleonastes, irrigua und pauciflora, Cornus suecica *B*, Empetrum nigrum, Eriophorum alpinum, Gentiana verna, Juncus filiformis, Ledum palustre *B*, Linnaea borealis, Malaxis paludosa, Microstylis monophyllos, Polygonum viviparum, Primula farinosa, Rubus Chamaemorus *B*, Salix myrtilloides und nigricans, Saxifraga Hirculus, Scheuchzeria palustris, Scirpus caespitosus, Stellaria crassifolia und Friesiana *B*, Swertia perennis, Tofieldia calyculata.

Verfolgen wir in knappen Zügen die fernere Entwicklung der Flora unserer Heimath:

Nach der Eiszeit wanderten — wie unter A 7 a (Seite 22) bereits angegeben — über die Ostgrenze Arten der „pontischen Provinz“ Kerner's zu uns ein. Wie unter den Glacialpflanzen die boreal-alpinen eine charakteristische Gruppe bilden, so zeichnen sich auch unter den pontischen Pflanzen unseres Gebietes gewisse Arten besonders aus, insofern als dieselben in ihrem Aussehen ganz an typische Steppenpflanzen erinnern und letzteren auch in Bezug auf ihre Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit und an das Klima ähnlich sind oder gleichen. Wenn wir bei uns nach solchen Steppenpflanzen suchen, so werden wir daher erwarten, sie am ehesten an trockenen und sandigen Stellen zu finden. Tragen wir uns nun die Standörter mit Kolonien der typischsten dieser Pflanzen in eine Karte unseres Gebietes ein, so nehmen wir bald wahr, dass sie sich vorwiegend an den Ufern der Weichsel und in einem Striche angesiedelt haben, welcher von der Weichsel der Bromberger Gegend über Frankfurt a. O. bis Magdeburg nach dem Westen durch Norddeutschland hinzieht und an anderen grossen Thälern, die der vorbezeichneten Linie etwa parallel gehen. Wir können noch heute in auffallendster Weise sehen, dass diese sich von Osten nach Westen erstreckenden Thäler die Becken von alten, mächtigen Urströmen darstellen, welche gegen Ende der Eiszeit die jetzigen Thäler der Weichsel, Oder und Elbe mit einander verbanden und welche ursprünglich die gewaltigen Wassermassen des abschmelzenden Eises nach Westen in die Nordsee führten. In diesen von Osten nach Westen sich hinziehenden Thälern bauen wir heute unsere Kanäle, und Berlin z. B. liegt in dem Thale des einen dieser Urströme, und zwar an der engsten Stelle. Längs der noch erkennbaren Thäler dieser Urströme also finden sich die Steppenpflanzen unseres Gebietes in bedeutenderen Ansammlungen, und es wird durch die Untersuchungen E. Loew's*) aus diesem Grunde annehmbar, dass diese Gewächse die Ufer dieser grossen Ströme als Heerstrasse bei ihrer Ein-

*) „Ueber Perioden und Wege ehemaliger Wanderungen im norddeutschen Tieflande“ in der Zeitschrift „Linnaea“ Bd. XLII. Berlin 1879.

wanderung benutzt haben. Allerdings lässt sich nicht leugnen, dass Manches gegen diese Anschauung spricht. So finden sich einerseits Steppenpflanzen in unserem Gebiete nicht selten auf Sandhügeln, welche oft als Dünenbildungen anzusehen sind, jedenfalls keine alten Ufer darstellen, und andererseits fehlen zuweilen Arten dieser Gruppe von Pflanzen dort, wo man sie erwarten sollte; auf der Strecke zwischen Bromberg und Landsberg an der Warthe sind Steppenpflanzen z. B. nur ganz sporadisch verbreitet. P. Ascherson's Meinung*) geht deshalb dahin, dass diese Pflanzen vorwiegend durch den Wind verbreitet wurden, und es kann nicht Wunder nehmen, dass sie vornehmlich die alten Stromufer bewohnen, weil gerade diese ihnen die günstigsten Bedingungen bieten.

Auch aus dem Süd-Westen und Westen, den lieblicheren Gefilden zwischen dem atlantischen Ocean und dem westlichen Mittelmeer wanderten Arten ein: die atlantischen und westmediterranen Pflanzen, die sich naturgemäss am zahlreichsten in dem von ihnen zuerst besetzten westlichen („atlantischen") Teile unseres Gebietes finden, sodass die Vegetation, welche westlich von der Elbe etwa auftritt, sich von der östlich dieses Stromes (des „baltischen" Gebietes) deutlich unterscheidet.

Eine weitere Epoche begann mit dem Eindringen der Niederungsflora, welche die jetzigen Flussthäler als Heerstrassen benutzte. Endlich müssen wir noch die Flora der Ankömmlinge (im weitesten Sinne) erwähnen, welche sich erstens aus verwilderten Nutz- und Zierpflanzen, zweitens aus Arten, die der Laie für echt deutsch zu halten geneigt ist, wie die meisten unserer gemeinen Acker-Unkräuter (z. B. die Kornblume), die in das Gebiet durch Verschleppung z. B. mit Kulturpflanzen gelangten und endlich aus Arten, die in geschichtlicher und auch schon vorgeschichtlicher Zeit selbständig einwanderten, jedenfalls der letzten Periode in der Entwickelung unserer Flora angehören. So ist eine der häufigsten Pflanzen des

*) Ausgesprochen in Potonié, Illustrirte Flora 4. Aufl. S. 37.

östlichen Norddeutschlands, die Wucherblume (Senecio vernalis), erst in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts, wo sie sich zuerst in Schlesien und der Provinz Preussen zeigte, aus dem Osten zu uns eingedrungen und wird dem Landwirth durch ihr massenhaftes Auftreten lästig. Ueberhaupt breiten sich gerade die zu allerletzt eingewanderten Gewächse nicht selten in grosser Individuenzahl und sehr schnell aus; sie verdrängen gern die ihnen verwandten einheimischen Arten und erscheinen uns dann oft wie längst bei uns eingebürgert. Häufig sorgt der Mensch durch unbewusste Verschleppung von Samen, die sich in tausend Schlupfwinkeln verbergen, für eine Einführung von Ankömmlingen und solcher Weise hat unsere Flora neuerdings manche Bereicherung namentlich an nordamerikanischen Arten erfahren. Ich erinnere diesbezüglich nur an die Wasserpest (Elodea canadensis) und an Erigeron canadensis.

Wie wir sehen, ist die Flora unseres Tieflandes als eine Mischflora zu bezeichnen, als „eine Vereinigung von Gewächsen der verschiedensten Heimat“ (A. Grisebach*).

Zur Vervollständigung des Bildes, das die pflanzengeographische Anlage bietet, finden sich an einer anderen Stelle des botanischen Gartens Gruppen von Pflanzen solcher Gebiete, die in der Anlage unberücksichtigt geblieben sind. Diejenigen Gewächshauspflanzen nämlich, die in den oben geschilderten Gruppen nicht in Betracht kommen, weil sie aus anderen Gebieten stammen, die aber ebenfalls im Sommer bei uns aushalten, haben auch nach pflanzengeographischen Principien in Gruppen Aufstellung gefunden.

Wenn wir vom Eingange der Potsdamerstrasse durch den von der Inspektor- und den Gärtnerwohnungen umgrenzten Vorplatz schreiten, so müssen wir uns sofort, um zu den erwähnten Gruppen zu gelangen, den ersten

*) „Die Vegetation der Erde“ Bd. I Seite 233. Leipzig 1872.

Weg links wenden. Diesen Weg verfolgen wir ein Stückchen und erblicken das Gesuchte gleich hinter dem Durchgang zwischen zwei Gewächshäusern.

Unmittelbar zur Linken sieht man Kaktuspflanzen aus Central-Amerika, von denen immer einige blühen, zur Rechten eine bemerkenswerthe Gruppe von verschiedenartigen Succulenten des centralamerikanischen Hochlandes, in welcher namentlich Agaven und Dasylirien auffallen. Die Pflanzen aus den niederen Regionen Central-Amerikas, insbesondere Mexikos, bilden eine andere, weiter westlich aufgestellte Gruppe. Kakteenlandschaften, die besonders in Mexiko ihre grösste Entfaltung erreichen, gewähren einen ganz eigenthümlichen, bizarren Anblick. Schatten darf man natürlich dort nicht suchen. Die äusserst empfindlichen, zarten Blumen sind oft von einer ausgezeichneten Pracht und die Königin der Nacht (Cereus grandiflorus) macht ihrem Rufe wirklich Ehre. Gewisse Arten können 60 Fuss Höhe bei 3 Fuss Durchmesser erreichen.

Unter ähnlichen klimatischen Verhältnissen sind in der alten und neuen Welt habituell ähnliche, physiologisch gleichartige, aber systematisch sehr verschiedene Formen entstanden. Der Succulenten-Flor Central-Amerikas entspricht physiognomisch der Succulenten-Flora des nur wenig Regen empfangenden Gebietes von Südafrika. Diese Succulenten-Flora von Südafrika — hauptsächlich aus dem Gebiet der Karroo (vom hottentottischen karrû = hart), deren Boden in trockener Jahreszeit fast so hart wie gebrannter Lehm wird — ist in einer der centralamerikanischen Gruppe benachbarten Gruppe zur Darstellung gebracht; an Stelle der Agaven sehen wir hier zahlreiche Aloë-Arten, an Stelle der Kakteen succulente, kaktusähnliche Euphorbien. Einer der bemerkenswerthesten pflanzengeographischen Gegensätze bietet sich in der Spitze Südafrikas dar, wo im südwestlichen Capland die Region der Winterregen durch eine sehr formenreiche und eigenartige Flora, welche mancherlei Verwandtschaft mit der Flora Australiens und des südlichen Chiles aufweist, charakterisirt ist. Diese an immergrünen Gewächsen reiche Flora

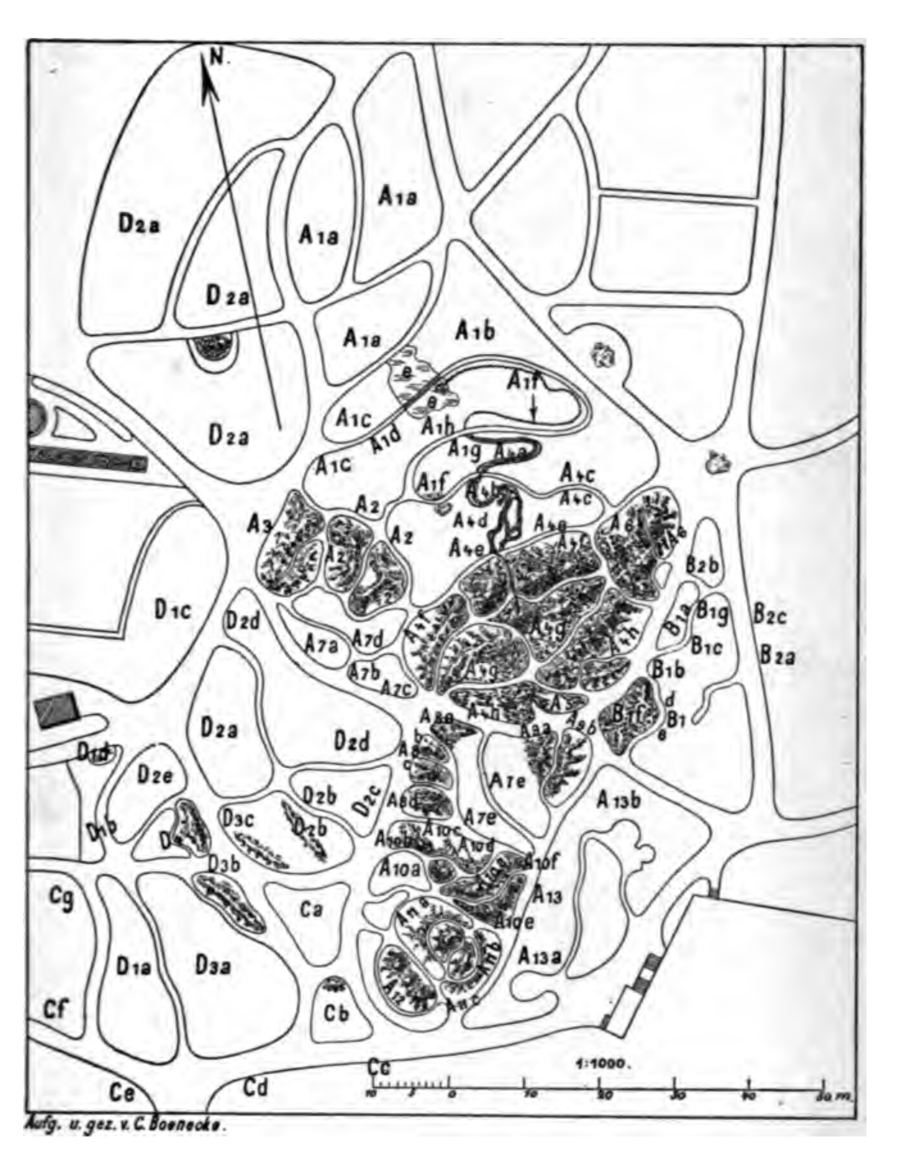
ist durch eine Gruppe neben den Succulenten Südafrikas veranschaulicht. Hier fällt besonders der Erikenreichthum auf, und in der That kann das Kap der guten Hoffnung das Erikenland kat'exochen genannt werden. Unsere beliebten Pelargonien stammen auch aus dieser Region.

Weiter nach rechts gelangen wir zu einer Gruppe mit denjenigen Pflanzen-Exemplaren aus dem Mittelmeergebiet, die in der pflanzengeographischen Anlage keine Verwertung gefunden haben.

Die Gruppe gegenüber den vorgenannten besteht, aus Repräsentanten der australischen Flora. Auch für die Aufstellung dieser Pflanzen hat Prof. Engler eine den natürlichen Verhältnissen entsprechende Gliederung vornehmen lassen. Zur linken finden wir eine Abtheilung mit der Flora Neu-Seelands. Von dieser durch einen Gang getrennt ist die reiche Flora Ostaustraliens zur Darstellung gebracht und von dieser durch den Weg geschieden treffen wir auf die Flora Westaustraliens. Wenn man die hier aufgestellten Pflanzen auch nur oberflächlich mit denjenigen der anderen Gruppen vergleicht, so springt sofort der Unterschied in der Physiognomik der Floren in die Augen. Schon die Färbung der australischen Gewächse ist fast durchweg mehr grau oder bläulich, und den Pflanzen sind im Allgemeinen schmalere und daher wenig Schatten gebende Blätter eigen. Manche Arten, wie die Kasuarinen, bilden schachtelhalmähnliche, einfache Sprosse, die auf den ersten Blick bei der Kleinheit der Blätter blattlos erscheinen. Viele australische Akazien (nicht mit unserm häufigen Zierbaum, der falschen Akazie: Robinia Pseudacacia zu verwechseln) besitzen, wie die ausgestellten Exemplare zeigen, vertikal gestellte blattähnliche und die Lebensverrichtung der Blätter übernehmende Gebilde, welche nach theoretisch-morphologischer Auffassung Blattstiele (Phyllodien) sind, und diese besondere eigenthümliche Stellung der Anhangsorgane erhöht die Schattenlosigkeit der betreffenden Arten. Auch manche Gummibäume, Eukalypten, stellen ihre Blätter senkrecht. Besonders reichlich sind hier Bäume aus der Familie der Myrtengewächse, wie Callistemon, mit bürstenähnlichen, rothen Blüthenständen, Melaleuca, Eugenia und

auch der Sumpffieber- oder blaue Gummibaum, Eucalyptus globulus, der in neuerer Zeit in Italien — und Südeuropa überhaupt — wegen seines schnellen Wachsthums zur Beseitigung von Sümpfen angepflanzt wurde, gehört zu derselben Familie. Aus Gewächshäusern sind ferner gewiss Vielen die zu der Familie der Proteaceen gehörigen Banksien mit ihren lederartigen Blättern bekannt, die den landschaftlichen Charakter ebenfalls beeinflussen.

Druck von G. Bernstein in Berlin.



Plan der Engler'schen pflanzengeographischen Anlage im Kgl. botanischen Garten zu Berlin.

Die Erklärung für die Zeichen ergiebt sich aus dem Text.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung. Druck von G. Bernstein in Berlin.





…rten zu Berlin

von N…t des Bildes erblicken wir den höchsten Berg …chauen, von denen der eine einem Sturz-

Ferd. Dümmler…   Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche naturwissenschaftliche Abhandlungen.

Heft 14.

Untersuchungen

über das

Ranzigwerden der Fette.

Ausgeführt unter Leitung

des Herrn Prof. Dr. Gaffky im Hygienischen Institut

der Universität Giessen

von

Dr. Ed. Ritsert.

Sonder-Abdruck aus der

„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift"

Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1890.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Geschichtliches.

Der Ausdruck „ranzig“ ist das germanisirte lateinische Wort „rancidus“ scharf, kratzend, mit welchem man schon in älteren Schriften die Veränderung bezeichnete, welche die Fette allmählich erleiden, wenn sie einen kratzenden Geschmack annehmen. So heisst es in Caspar Neumann's Praelectiones chimicae, Berlin 1740, S. 287:

„Axungia hominis, canis, taxi, ursi erweichen und heilen bey innerlichen Verletzungen ganz gut, sie müssen aber frisch und nicht „rancide“ adhibiret werden.“

Wenn man auch früher noch keine Vorstellung von dem beim Ranzigwerden des Fettes stattfindenden Processe hatte, wandte man zur Verhütung des Ranzigwerdens doch schon verschiedene Methoden an.

In Stahl's Chymia rationalis et experimentalis (Leipzig 1729), wird folgendes Verfahren anempfohlen: „Wenn man aber die Fettigkeiten der Thiere noch ganz und wohlaufbewahren will, so wascht man sie erst mit ▽ (Wasser) oder Wein und legt sie dann in ein Glas und giesst Spiritum 🜈 rectificatissimum darauf, so dass es ganz damit bedecket sey; so würd es dadurch gewürtzet gleichsam, so dass es eine lange Zeit dauret.“

In dem oben angeführten Werk von Caspar Neumann heisst es:

„Oel, welches destilliret werden soll, wird mit ⊖ (sal) commune vermischt, weil es nebst dem ▽ den mucum resolviret, die partes oleosas in Freiheit stellet,

die Fermentation verhindert, welche wo ⊖ zugesetzt, nicht zu vermuthen ist, ohne Zusatz, sonderlich, wenn es etwas lange stehet, geht es leicht in Fermentation und giebt einen Ω tum (Spiritum) ardentem."

In einem Buche aus dem Jahre 1795 findet sich zum ersten Male eine Notiz, in welcher der Versuch gemacht wird, den Vorgang des Ranzigwerdens zu erklären.

In Alex. Nic. Scherer's Versuch einer populären Chemie 1795 heisst es über Fette und Oele S. 331: „Durch das Alter, durch langes Stehen werden die Fette „ranzigt", d. h. sie erhalten durch den Beitritt des Sauerstoffs einen scharfen, beissenden und brennenden Geschmack." Die classischen Arbeiten von Chevreul (Recherches sur les corps gras Paris 1823), haben sich hauptsächlich mit der Klarstellung der Zusammensetzung der Fette und der Verseifbarkeit befasst, während der Process des Ranzigwerdens nicht eingehender behandelt worden ist. 1833 erwähnt Charlot (Journal de Pharmac. XVII. 357), dass die ranzige Beschaffenheit des Fettes auf der Bildung von Oelsäure zu beruhen scheine. Liebig sagte in seinem Handbuch d. organ. Chemie 1843, dass die einem Fette beigemischten fremden Materien das Ranzigwerden der Fette in ähnlicher Weise bewirken, wie das Ferment die Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten. Die Veränderung, welche Fett für sich erfahre, veranlasse eine Trennung der Talgmargarin- und ölsauren Verbindung, es würden die Fettsäuren in Freiheit gesetzt und Glyceryloxydhydrat entweder für sich abgeschieden oder ebenfalls zersetzt. Die neugebildeten Produkte, welche das Ranzigwerden bedingen, entstünden demnach aus dem Glyceryloxyd und den fremden Stoffen durch Einwirkung des Sauerstoffs. Die Fette würden um so weniger leicht ranzig, je weniger fremde Stofte sie enthalten.

Diese Ansicht des genialen Liebig ist zwar grundlegend für die späteren Ansichten gewesen, aber sie hat doch mannigfache Modificationen erfahren. So z. B. schreibt im Jahre 1847 Löwig (organ. Chemie S. 115—1847): „Das Ranzigwerden der Fette erfolgt durch eine Art Fermentation bei Anwesenheit von Wasser und

Luft; wie es scheint nur bei Anwesenheit stickstoffhaltiger Substanzen."

Kopp spricht in seiner organ. Chemie, Band II, 1860 die Meinung aus, dass das Ranzigwerden der Oele nicht nur von dem Sauerstoff der Luft herrühre, sondern auch zum Theil von der Luftfeuchtigkeit, welcher besonders die Lipylverbindungen (Lipyl älterer Ausdruck für Glycerin) ausgesetzt wären.

von Fehling (Handbuch der organ. Chemie 1878) sagt: „Die nicht trocknenden Oele nehmen Sauerstoff auf und werden „ranzig." In noch nicht genügend gekannter Weise treten hierbei freie Fettsäuren und Glycerin, dann Ameisensäure, Propionsäure etc. auf. Ob Eiweiss, Schleim etc., welche diese Zersetzung beschleunigen, als Sauerstoffüberträger oder als Fermente wirken, ist noch nicht festgestellt; für letztere Auffassung spricht die Thatsache, dass das Ranzigwerden durch Kreosot und andere Mittel verhindert wird."

Nach E. Schmidt (Pharmac. Chemie, Band II, 1882, S. 478) erleiden Fette bei längerem Aufbewahren an der Luft eine Zersetzung, welche man „Ranzigwerden" nennt. Die geringen Mengen von Verunreinigungen an Eiweiss, Schleim, Gewebsresten nehmen einestheils leicht Sauerstoff auf, anderntheils bewirken sie eine theilweise Spaltung der Fette in Glycerin und freie Fettsäure, welche dann eine Oxydation zu unangenehm riechenden, flüchtigen, sauer reagirenden Stoffen erleiden. Bei vollkommenem Luftabschluss findet eine solche Zersetzung nicht statt.

Schädler (Technologie der Fette und Oele, 1883, S. 31) äussert sich folgendermassen:

„Das Ranzigwerden beruht auf einer Oxydation der Fette, die anfangs ziemlich langsam, später aber rascher vor sich geht. Zunächst findet eine vielleicht durch gewisse Fermente, Pilze herbeigeführte Spaltung der Fette in freie Fettsäuren und Glycerin statt; unter Sauerstoffaufnahme bilden sich aus Glycerin und aus der freien Fettsäure, namentlich der Oelsäure, verschiedene flüchtige Oelsäuren (Propionsäure, Buttersäure, Capronsäure etc.),

welche den Fetten den ranzigen charakteristischen Geruch und Geschmack ertheilen."

Benedict (Analyse der Fette und Oele, 1886, S. 32) schreibt: „Die nicht trocknenden Oele nehmen an der Luft einen unangenehmen Geruch und Geschmack an, werden dickflüssiger und röthen Lacmus, sie werden „ranzig." Dabei bilden sich geringe Mengen flüchtiger Fettsäuren (Buttersäure, Capronsäure etc.), während das Glycerin theilweise verschwindet. Ein Theil der nicht flüchtigen Fettsäuren, namentlich der Oelsäure, wird frei, manchmal findet geradezu eine Spaltung in Fettsäure und Glycerin statt (Palmöl). Da die Neutralfette in chemisch reinem Zustand nicht ranzig werden, so schreibt man diese Veränderungen der natürlichen Fette kleinen Verunreinigungen zu, welche nach Art von Fermenten wirken sollen."

Beilstein (Handbuch der organ. Chemie, 1886, S. 427) vertritt die Ansicht, dass das Ranzigwerden der Fette auf einer partiellen Zersetzung der Fette durch die Feuchtigkeit der Luft beruhe, wodurch Zerlegung der Fette in Glycerin und Fettsäure stattfände.

M. Gröger (Ueber das Ranzigwerden der Fette, Zeitschrift für angewandte Chemie, 1889, II, 61) hält es auf Grund von Versuchen mit Unschlitt, Cocosöl, Cottonöl, Palmöl, Olivenöl, Knochenfett für wahrscheinlich, dass man das Ranzigwerden der Fette sich so vorzustellen hat, dass dieselben durch Wasser in Fettsäuren und Glycerin gespalten werden, worauf diese Produkte durch den Luftsauerstoff oxydirt werden. Die Oxydation muss sich sowohl auf Fettsäuren wie auf Glycerin erstrecken, da Glycerin in freiem Zustande nicht im ranzigen Fette nachgewiesen werden konnte. Die Fettsäuren zerfallen dabei in kohlenstoffärmere und sauerstoffreichere Säuren, welche zum Theil der Fettsäurereihe, zum Theil der Oxalsäurereihe angehören, und von welchen namentlich die Azelainsäure hervorzuheben ist.

Berthelot's im Jahre 1855 erschienene Arbeit „Ueber die Veränderungen, welche die neutralen Fette in Berührung mit der atmosphärischen Luft erleiden

(Journal de Pharm. et de Chimie. 3. Ser. XXVII, pag. 96)" ist eine der bedeutendsten, welche die vorliegende Frage behandeln, weshalb ich die Hauptpunkte ziemlich ausführlich wiedergeben muss:

Bei der Umänderung der natürlichen Fette sind nach Berthelot drei Erscheinungen: Die Säurebildung, die Oxydation und die Wirkung der fremden Substanzen im Allgemeinen gleichzeitig und untrennbar. Es fragt sich nun, hängen diese drei Momente von einander ab und sind sie in der Natur der Fette bedingt? Muss sich auch reines Fett an der Luft verändern? Ist diese Veränderung eine constante und schliesst sie gleichzeitig die sauren und oxydirten Produkte mit ein? — Um namentlich diese letzte Frage entscheiden zu können, stellte sich Berthelot künstliche Fette (Fettsäure-Aether des Glycerins mit Valeriansäure, Buttersäure, Benzoesäure und Essigsäure) her, damit er die Oelsäure, welche nach der Zerspaltung des Fettes von der Luft oxydirt würde, umgehen könnte, und prüfte nun die Einwirkung von atmosphärischer Luft, Sauerstoff und Feuchtigkeit auf diese Fette. Dabei zeigte es sich, dass Luft innerhalb $2^1/_2$ Monaten diese künstlichen Fette ebenso säuerte, also spaltete, wie die natürlichen, dagegen wurde Sauerstoff nur von manchen, von Olein bei weitem am meisten aufgenommen, während Butyrine und Benzoine keinen Sauerstoff aufnahmen. Also kann sich ein Glycerinäther wohl säuern (spalten), ohne zugleich oxydirt zu werden, die Oxydation hängt von der Natur der Fette ab. Ferner wird aber wahrscheinlich, dass der Process des Säuerns nur auf der dem Aether zukommenden Eigenschaft, bei Gegenwart von Wasser in seine Componenten zu zerfallen, beruht. Dass Fette durch Wasser zerlegt werden, zeigt Berthelot im zugeschmolzenen Rohre bei höherer Temperatur; ebenso wirkt, glaubt Berthelot, die Feuchtigkeit der Luft, nur langsamer.

Nach Berthelot ist Feuchtigkeit das Haupterforderniss zum Ranzigwerden der Fette; den fremden Stoffen kommt eine beschleunigende, keineswegs bedeutende Rolle zu; die Oxydation endlich ist ein begleitender Vor-

gang, der vor allem durch die Gegenwart des Oleins bedingt wird.

Im Anschluss an die vorstehenden Referate mögen hier zwei Beobachtungen erwähnt sein, welche für die uns beschäftigende Frage ebenfalls von Interesse sind:

Liebermann (Pflügers Archiv, XLIII, 1888, S. 91) fand, dass das Fett unbebrüteter Eier keine freien Fettsäuren enthält. Während des Brutprocesses spalten sich jedoch die freien Fettsäuren ab, und zwar ist gegen das Ende der zweiten Woche der Gehalt an freien Fettsäuren am höchsten, worauf er sich alsdann allmählich wieder vermindert.

Nach Rechenberg (Journ. f. prakt. Chemie, XXIV, S. 512) tritt beim Keimen ölhaltiger Samen ebenfalls eine Spaltung des Oels in freie Fettsäuren und Glycerin ein. In letzterem Falle könnte man an die Wirksamkeit eines beim Keimen des Samens gebildeten Fermentes denken, wie denn auch sonst mehrfach die Ansicht sich vertreten findet, dass durch nicht organisirte Fermente die Zerlegung der Fette bewirkt werden könne. So äussert sich Flügge in seinem Buche „Die Mikroorganismen" folgendermassen: „Ein Ferment, welches die Fette in Fettsäuren und Glycerin spaltet, ist vermuthlich im Pankreassecret, vermuthlich auch in manchen Thieren und Pflanzen enthalten." Auch von Paschutin (Archiv f. Anatomie u. Physiologie, 1873, S. 382) spricht von einem „Fettferment des Darmes."

Namentlich sind hier aber die Versuche von Nencki (Archiv f. exper. Patholog. Bd. 20, S. 367) zu erwähnen, zumal bei denselben die eventuelle Betheiligung von Mikroorganismen etc. Berücksichtigung gefunden hat. Nencki liess Pankreasdrüse und Galle auf Hammelfett einwirken. Um zu erfahren, ob Mikroorganismen bei der Spaltung des Fettes eine Rolle spielen, führte er die eine Versuchsreihe unter Zusatz von Phenol aus, während in der andern Versuchsreihe die betreffenden Gefässe ohne Phenolzusatz der Einwirkung der Luft ausgesetzt waren. Die nicht antiseptischen Massen zeigten nach einigen Tagen einen fauligen, üblen Geruch und

wimmelten von Mikroorganismen, aber die Analyse ergab, dass durch die Anwesenheit der Mikroorganismen die Fettzerlegung nicht wesentlich beeinflusst wurde.

Als Parallele zu dieser Beobachtung möchte ich jene bedeutend ältere von Pelouze anführen (Annales de Chimie et Phys. [3] XLV, 319). Nach derselben ist, wenn das Mehl von Oelsamenpresskuchen trocken aufbewahrt wird, nach geraumer Zeit sämmtliches neutrale Fett gespalten; wird dieses Mehl dagegen mit Wasser zu einem Brei angerührt, so fault die Mischung unter Entwickelung eines ammoniakalischen Geruchs und es entsteht bedeutend weniger freie Fettsäure als in dem trocken aufbewahrten Mehle. Dieses Verhalten lässt Pelouze annehmen, dass die Substanz, welche die Zersetzung des Fettes bewirkt, welche er aber vergeblich rein herzustellen versuchte, bei diesem Fäulnissprozess zerstört werden müsse.

H. Schulz (Pflügers Archiv XV. 1887, Nachtrag) machte einen Versuch, dessen Ergebniss wohl für Betheiligung von Microben beim Ranzigwerden der Fette sprechen könnte. Von zwei Kölbchen mit Oel zeigte nach 7 Monaten nur dasjenige sauere Reaction, welches nicht mit Watte verschlossen war. Die mikroskopische Untersuchung blieb resultatlos.

Duclaux, diesen hervorragenden Schüler Pasteurs lassen seine Betrachtungen über obigen Gegenstand (Annales de l'institut Pasteur, la migration des matières grasses, 1888) zu der Meinung kommen, dass nicht Microben die Fette zersetzen, sondern der Sauerstoff der Luft, welcher langsam in der Dunkelheit, schneller im diffusen Tageslicht und sehr schnell an der Sonne wirkt; die Wirkung ist um so kräftiger, je grösser die Oberfläche ist, welche das Fett dem Luftsauerstoff bietet. Die Fette sind im Wasser unlöslich und vermögen deshalb dem Protoplasma der lebenden Zelle keine Nahrung zu geben. Es können wohl auf Oelen und der Butter Organismen vorhanden sein, dieselben leben aber von den Kohlehydraten und den stickstoffhaltigen Stoffen, welche in den Oelen und der Butter vorkommen. Im Käse, wo

die Mikroorganismen ohne Zweifel anwesend und auch lebensfähig sind, bleibt die Fettsubstanz ihrem Gewichte nach intakt.

Wenn auch Mikroorganismen auf neutrale Fette nicht zersetzend einwirken können, so können sie doch auf den zersetzten Fetten leben, da ihnen in dem Glycerin ein wasserlösliches Nährsubtrat geboten ist. Ob nun dieser Lebensprozess der Mikroben die weitere Oxydation der Fettsäuren bedingt, oder ob letztere durch den Sauerstoff der Luft bewirkt wird, lässt Duclaux unentschieden. — Auf welche Versuche sich diese Ansichten Duclaux's gründen, konnte ich nicht in Erfahrung bringen.

Lübbert, (Biologische Spaltpilzuntersuchung) fand, dass Staphylococcus aureus die Glyzerinfette nicht zu zerlegen vermag.

Manfredi (Dell' eccedenza del grasso nell' alimentazione dei microorganismi patogoni come causa dei attenuazione della loro virulenza. Rendiconti della R. academia dei Lincei, Seduta del 12. giugno 1887) stellte fest, dass in Nährgelatine, welcher $^2/_3$ ihres Gewichtes Fett zugemischt war, die eingeimpften pathogenen Organismen (Milzbrand) vollkommen abstarben, überhaupt nie zum Keimen kamen. War etwa nur die Hälfte Fett der Gelatine zugemischt, so stellten sich sonderbare Veränderungen bei den Organismen ein und die Virulenz der Bacillen nahm von Tag zu Tag ab, um nach 30 Tagen vollständig verschwunden zu sein.

An dieser Stelle halte ich es für angezeigt, auch die Ansicht von Duclaux und einigen anderen über das Ranzigwerden der Butter mitzutheilen.

Früher wurde gewöhnlich die beim Ranzigwerden der Butter eintretende Bildung freier Buttersäure auf die Wirkung eines organisirten Fermentes zurückgeführt. So heisst es bei Wiel und Gnehm (Handbuch der Hygiene, 1880, S. 93), die Butter werde ranzig unter dem Einfluss des Pilzes der Milch, welcher beim Buttern nicht zerstört werde. — Früher hielt man den Wasser- und Käsegehalt für die einzige Ursache des Ranzigwerdens der Butter.

Duclaux tritt jener Ansicht entgegen und sagt, das Ranzigwerden der Butter sei eine selbstständige Zersetzung der Glyceride der Buttersäure analog der Spaltung, welche die Aether der anderen Alkohole erfahren. Dieselbe werde durch Wasser begünstigt, durch Säuren beschleunigt, durch Chlornatrium und Borax verzögert. Es kommen 3 Faktoren in Betracht, Mikroorganismen, Licht und Luft. Die beiden letzteren bewirken eine Oxydation, bei welcher unter anderem Ameisensäure entsteht und zu dieser Oxydation durch Licht und Luft kommt die Wirkung der Mikroorganismen hinzu, welche die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Butter zersetzen.

Auch Soxhlet, (Jahresbericht der Agrikultur-Chemie, N. F. VII., S. 597) ist der Ansicht, dass Mikroorganismen beim Ranzigwerden der Butter keine bedeutende Rolle spielen, da ausgelassenes Butterfett, welches kaum Wasser, Salze oder Casein enthält, ebenfalls ranzig wird.

Im Gegensatz zu den zuletzt zitirten Forschern wird von anderer Seite den Mikroorganismen eine mehr oder weniger wesentliche Rolle bei der Zersetzung des Fettes zugeschrieben.

So theilt Escherich, (Die Darmbakterien des Säuglings, Inaug. Dissert. S. 158) mit, dass den Darmbakterien ein hohes Fettspaltungsvermögen zukomme.

Müller (Zeitschr. für klin. Medizin XII., S. 61) stimmt im Grunde der Ansicht Nencki's (siehe oben) zu, bemerkt aber, dass es wohl auch Bakterien gäbe, welche im Darme für Glycerinfette ein ausgedehntes Spaltungsvermögen besitzen.

E. Lüdy (Archiv für exper. Pathol. 1889. Bd. 25. S. 347.) glaubt die Vermuthung Müllers über fettspaltende Spaltpilze bestätigen zu können, da er fand, dass fetthaltiges Fleisch nach 16 stündigem Erwärmen im Thermostaten bei 37° dann bedeutend mehr freie Fettsäuren enthielt, wenn es, nicht mit Phenol aseptisch gemacht, der Zersetzung durch Bakterien preisgegeben wurde.

Auch C. Virchow (Repert. d. analyt. Chemie 1886. S. 489) spricht sich im gleichen Sinne aus. Nach ihm

werden die mit „Ranzig- und Talgigwerden" bezeichneten Veränderungen der Fette wenn nicht ausschliesslich, so doch hauptsächlich durch Mikroorganismen verursacht.

Ebenfalls für eine Betheiligung von Mikroorganismen tritt Gottstein ein (Berliner Klinische Wochenschrift 1887 No. 48.). Er impfte steriles Schweinefett mit verschiedenen saprophytischen Pilzen. Die eingeimpften Organismen waren nach einigen Tagen abgestorben. Sterilisirtes und beimpftes Fett zeigten schon nach einigen Tagen„ makroskopisch" einen „ranzigen Geruch". Da Gottstein schon von vornherein annahm, dass die Spaltung der Glycerinfette auf der Wirkung von Mikroorganismen beruhe, nach seinen eigenen und den Versuchen Anderer aber anzunehmen war, dass aërobe Bakterien diese Zersetzung nicht bewirken, so mussten es anaërobe sein. Gottstein fand nun auch in der That in Fetten, welche längere Zeit mit der Luft in Berührung und ranzig geworden waren, auch in tieferen Schichten anaërobe Mikroorganismen. Ein fernerer Beweis für seine Ansicht war ihm, dass Schweinefett für gewisse Bakterien permeabel sei. Er schichtete über sterile Nährgelatine $^1/_2$ — $^1/_1$ cm. hoch steriles Schmalz und streute nach dem Erkalten etwas Gartenerde auf dasselbe; nach 2 — 5 Tagen zeigte sich, dass die Bakterien durch das Fett gewandert waren, denn die Gelatine unter dem Fett wurde trübe und verflüssigte sich. Nach Gottstein werden also die Glycerinfette durch anaërobe Bakterien zersetzt. Dass übrigens Gottstein mit seiner Ansicht nicht allein steht, geht daraus hervor, dass der Referent dieser Gottstein'schen Arbeit im „Centralblatt für Bakteriologie" ausspricht, Gottstein müsste wohl unrein gearbeitet haben, wenn ihm Fett, welches er für steril hielt, ranzig wurde.

Wie in der wissenschaftlichen Auffassung der Frage sich zwei Ansichten gegenüberstehen, so haben sich auch in der Technik, die ja immer an der Hand der Wissenschaft fortschreitet, zwei Prinzipien zur Verhinderung des Ranzigwerdens der Fette ausgebildet. Während die Einen das Fett oder die Butter vor Lufteinwirkung zu schützen

suchen, behandeln die Andern dieselben mit Antisepticis, um die Lebensthätigkeit der Bakterien zu verhindern.

Wüstenberg gründet sein Verfahren, Butter vor Ranzigwerden zu schützen, auf Entfernen der Luft durch Evacuiren (D. R. P.).

A. Newton, (engl. Patent 9380. 1880) konservirt rohe thierische Fette, indem er dieselben mehrere Tage bei 35° in einer antiseptischen Flüssigkeit erwärmt und dieselben dann in luftdicht verschliessbare Gefässe bringt, welche bis zum Rande mit der Lösung gefüllt werden.

M. Pierre Grosfils konservirt Butter durch eine Lösung von Milchsäure (2 pCt.) in Wasser, dem etwas Salicylsäure zugesetzt ist.

Ein anderes Verfahren gründet sich darauf, dass die Fette in einem Siedeapparate längere Zeit erhitzt werden.

Experimenteller Theil.

Man sieht aus der beträchtlichen Anzahl der oben angeführten, verschiedensten Ansichten, dass meine Aufgabe, durch systematische Versuche eine Lösung der Frage — welche gerade in der Neuzeit wieder angeregt wurde — herbeizuführen, keine undankbare sein konnte.

Beim Beginn der Arbeit ging ich von der Voraussetzung aus, dass eine rationelle Lösung der Frage „Ueber die Ursachen des Ranzigwerdens der Fette" nur dann erzielt werden kann, wenn man sowohl vom bakteriologischen als auch vom chemischen Standpunkte aus an dieselbe herantritt.

Ich stellte mir deshalb die 3 Aufgaben:

I. Die Beziehungen von Mikroorganismen zum Ranzigwerden der Fette festzustellen.

II. Zu ermitteln, ob und unter welchen Bedingungen steriles Fett ranzig wird.

III. Eventuell die Rolle der Mikroorganismen bei der weiteren Zersetzung ranzig gewordener Fette zu studiren.

I. Ueber die Beziehungen der Mikroorganismen zum Ranzigwerden der Fette.

Wenn auf ranzigem Fette Mikroorganismen gefunden werden, so kann das nicht befremden, denn fast überall in der uns umgebenden Natur findet man dieselben mehr oder weniger häufig, und das Vorkommen von Mikroorganismen auf ranzigem Fette berechtigt noch nicht zu der Annahme, dass dieselben in ursächlichem Zusammenhange mit dem Prozess des Ranzigwerdens stehen. Es fragte sich nun zunächst, ob etwa besondere Arten von Mikroorganismen auf Fetten verschiedener Herkunft mit Vorliebe sich ansiedeln, und daher war vor allen Dingen eine bakteriologische Analyse alter ranziger Fette nöthig.

Zu dieser bakteriologischen Analyse verwendete ich 4 Fettarten:

1. Schweinefett, welches 1 Jahr lang in dem Nebenraum eines Schlachthauses gestanden hatte.
2. Wurstfett, welches $^1/_2$ Jahr lang am gleichen Ort gestanden hatte wie 1.

   (Beide Fettarten waren unrein und rochen widerlich).
3. Cocosfett, aus einer Apotheke, gut in einer Blechbüchse verschlossen, im Keller aufbewahrt.

   (Geruch eigenthümlich, Geschmack kratzend.)
4. Butter, welche 5 Wochen in einem feuchten Raume des hygienischen Instituts der Einwirkung der Luft ausgesetzt war.

   (Geruch und Geschmack kratzend).

Die Prüfung dieser Fette auf aërobe Organismen wurde in folgender Weise vorgenommen:

Je eine Platindrahtoese des ranzigen Fettes wurde in verflüssigter, steriler Nährgelatine (Reagirgläschen) vertheilt, von dieser Mischung 5 Oesen in ein zweites und aus diesem zweiten ebenso 5 Oesen in ein drittes Gläschen unter Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln übergeimpft. Diese Mischungen wurden nun je in eine auf Eis stehende Doppelschaale ausgegossen, sofort mit dem Glasdeckel bedeckt und nach dem Erkalten bei 15° Celsius zur Entwickelung der Kolonien hingestellt. Zur Kontrolle wurden noch zwei Kulturen mit frischem Fett, jedoch ohne Verdünnungen angesetzt.

Von den Kolonien, welche in den einzelnen Versuchsreihen in überwiegender Zahl sich entwickelten, wurden Rein-Kulturen angelegt, indem aus diesen Kolonien sowohl auf sterile Nährgelatine als auch auf Agar-Agar etwas übertragen wurde. Die Bakterien wurden sowohl im „hängenden Tropfen" auf ihre Beweglichkeit als auch im gefärbten Deckglaspräparat auf ihre Formverhältnisse der eingehendsten Prüfung unterzogen. Dabei zeigte es sich, dass die vier ranzigen Fettarten eine sehr grosse Menge von Keimen aller Art enthielten. Hauptsächlich fanden sich Keime von Schimmelpilzen (Oidien), Hefen und Coccen; Bacillen waren weniger allgemein. In frischem Fett dagegen waren nur ganz vereinzelte nachzuweisen.

In der Tabelle auf der folgenden Seite sind die bei der täglichen Zählung gefundenen Kolonien ohne Rücksicht auf ihre spezielle Natur zusammengestellt.

Die Prüfung auf anaërobe Bakterien wurde in verschiedener Weise ausgeführt. Einmal, indem eine Oese ranziges Fett mit steriler Gelatine gemischt und davon in der geschilderten Weise zwei Verdünnungen gemacht wurden. Diese beimpften Gelatinen liess ich im Eis erkalten und goss alsdann eine hohe Schicht steriler Gelatine auf dieselben, um sie so vor Luftzutritt zu schützen. Da nach dieser Methode die entwickelten Kulturen nicht gut zu zählen sind, wurden auch noch solche nach der Esmarch'schen Methode (Rollgläschen) angelegt. Das Verfahren dabei war folgendes:

Tabelle

über die Anzahl der entwickelten zählbaren Colonieen (ohne Unterschied der Gattung).

	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen	nach 5 Tagen
1. Ranziges Schweinefett.				
Ursprüngl. Aussaat	Col. 38	unzählige Col.	theils verflüssigt	ganz verfl. u. stinkend
1. Verdünnung . . .	2	14 Col.	25 Col. davon 4 verfl.	verflüssigt
2. Verdünnung . . .	Ø	4 Col.	10 Col. davon 2 verfl.	10 Col. davon 2 verfl.
2. Unreines ranziges Fett.				
Ursprüngl. Aussaat	35	unzählige	ganz verflüssigt	desgl. und stinkend
1. Verdünnung . . .	6	20 Col. davon 5 verfl.	desgl.	desgl.
2. Verdünnung . . .	2	5 Col. davon 2 verfl.	8 Col. davon 2 verfl.	8 C. Gelatine z. Th. verfl.
3. Cocosöl.				
Ursprüngl. Aussaat	15	15 Col. 2 verfl.	sehr viele Colonieen	verflüssigt u. stinkend
1. Verdünnung . . .	Ø	2 Pilze	Pilzwucherung	Pilzwucherung
2. Verdünnung . . .	Ø	1 Pilz		
4. Ranzige Butter.				
Ursprüngl. Aussaat	20	viele Col.	viele Col. z. Th. verfl.	ganz verfl. u. stinkend
1. Verdünnung . . .	3	8 Col.	viele Col.	theilweise verflüssigt
2. Verdünnung . . .	1	3 Col.	3 Col.	3. Col. kein verfl.
5. Frisches Schweinefett.				
Ursprüngl. Aussaat	Ø	2 Col.	3 Col.	3 Col.

In gleicher Weise wie vorher beschrieben, wurden Verdünnungen angelegt; ohne die Gelatine erstarren zu lassen verschloss ich die Glässchen dann mit einer Gummikappe und brachte sie in horizontaler Lage in Eiswasser. Unter immerwährendem Umdrehen erstarrte die Gelatine, die ganze Innenfläche des Reagirgläschens bedeckend, während in der Längsachse des Gläschens ein Hohlraum verblieb, welcher später mit Gelatine ausgegossen wurde. Durch diese Methode hat man gleichsam eine aufgerollte Plattenkultur und kann die auf eine grosse Fläche vertheilten Kolonien leicht zählen.

Bei diesen anaëroben Kulturen zeigten sich nach 1 — 2 Tagen hauptsächlich fadenartige zarte Wucherungen durch die ganze Masse verzweigt, aber ausser den dünnen Fäden, die im Deckglaspräparat als Oidiummycel erkannt wurden, kam noch ein sich sternförmig, wie eine Meduse ausdehnender Bacillus vor und ferner wurde noch ein Bacillus beobachtet, welcher unter Luftabschluss die Gelatine verflüssigte, so dass in diesen Kulturen sehr häufig Höhlungen (Gasblasen) entstanden, an deren Grund sich die Kolonie befand. Von diesen Organismen wurden ebenfalls Reinkulturen hergestellt, indem das Glas zersprengt wurde, mit der Platinoese etwas entnommen und wieder anaërob kultivirt wurde.

Wenn ich auch von einer eingehenden Beschreibung der Schimmelpilz- und Hefearten, der Coccen und Bacillen, welche aus den ranzigen Fetten reinkultivirt wurden, absehen muss, weil diese Aufgabe den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde, so glaube ich doch auf einige der gefundenen Arten, insbesondere auf eine Oidium-Art, welche bei aërober und anaërober Züchtungsweise gefunden wurde, etwas näher eingehen zu sollen.

Die letztere wächst auf Gelatine und Agar als facultativ anaërober Organismus. Bei der Kultur in Glas-Doppelschaalen kann man beobachten, wie aus einer Spore nach zwei Seiten Mycelfäden auswachsen. In diesen Mycelfäden bilden sich in ganz regelmässigen Abständen Verdickungen, welche manchmal unter dem Mi-

kroskop als helleuchtende Kugeln erscheinen, von denen aus sich dann Seitenzweige bilden, die aber nicht wie das Mycelium einen ungetheilten Faden bilden, sondern aus vielen kleinen Gliedern bestehen, welche kettenförmig aneinander gereiht sind. Diese zergliederten Aeste bilden die Lufthyphen, welche sich auf der Oberfläche der Gelatine oder des Agar anfangs als leichter Anflug, später als dichter, weisser Rasen dem blossen Auge zeigen. Unter dem Mikroskop sieht man bei schwacher Vergrösserung diesen Pilzrasen als ein Gewirr von Gliederketten, die das Mycel, welches sich wie gesagt selbst niemals in Querstücke theilt, überwuchern.

Der Impfstich im Gelatine- oder Agar-Gläschen zeigt nach zwei bis drei Tagen ein oberflächliches Wachsthum in Form eines weissen Flaums, und an der ganzen Länge des Impfstichs innerhalb des Nährmediums zeigen sich seitliche, sehr zierliche Verzweigungen. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Unter dem Mikroskop im gefärbten Deckglaspräparat zeigen sich die einzelnen Glieder theils als ovale, theils als mehr längliche Zellen, die doppelte Konturen haben; der Zellinhalt ist oft zusammengeschrumpft und giebt dadurch die verschiedensten Bilder.

Eine bei aërober Züchtungsweise gefundene Hefeart wächst in Gelatine und Agar eingeimpft oberflächlich als weisser Ueberzug, der Impfstich bekommt nach längerer Zeit durch die unregelmässigen Seitencrescenzen das Aussehen eines „Bleibaumes.“ Gelatine wird durch dieselbe nicht verflüssigt.

Ein häufig vorkommender braungelber Coccus verflüssigt dagegen Gelatine und zwar den Impfstich in Form eines Trichters.

Von den gefundenen Bacillen sei einer erwähnt, welcher beim Verflüssigen der Gelatine sehr stark Ammoniak entwickelt.

Von den bei der anaëroben Züchtungsmethode bemerkten Organismen wurde ausser dem bereits besprochenen Oidium hauptsächlich ein Bacillus gefunden, ein dickes Kurzstäbchen, welches in Gelatine sternförmig sich ausbreitende Kolonieen bildete. Wie schon oben kurz er-

wähnt, könnte man aus dem häufigen Vorkommen derselben Arten von Organismen auf den verschiedenen Fetten auf irgend eine Beziehung derselben zu der Zersetzung der Fette schliessen; sei es nun, dass die Mikroorganismen ihre Nährstoffe direkt in den Fetten finden, dass sie direkt die Fette spalten, oder sei es, dass nur die den Fetten stets beigemengten Kohlehydrate und Proteinstoffe das Nährmedium bilden, während die aus diesem Lebensprozess sich entwickelnden Stoffwechsel-Produkte zersetzend auf das neutrale Fett einwirken; oder sei es 3., dass die Mikroorganismen zwar selbst nicht die Zersetzung der Fette herbeiführen können, dass sie aber wohl auf den durch andere Einflüsse einmal in Glycerin und Fettsäure gespalteten Fetten einen für ihr Gedeihen günstigen Nährboden finden.

Um diese Beziehungen der Mikroorganismen zum Ranzigwerden der Fette kennen zu lernen, handelte es sich in erster Linie darum, festzustellen, ob Bakterien und speziell die auf den ranzigen Fetten gefundenen in reinem Fett das Ranzigwerden bewirken oder überhaupt befördern können. Zur Erfüllung dieser Aufgabe musste folgendes Experiment dienen:

Frisch ausgelassenes zwar von den Grieben befreites, aber nicht filtrirtes Schweinefett wurde in sterilen, mit Watte verschlossenen Erlenmeyer'schen Kölbchen an drei auf einander folgenden Tagen je $1/2$ Stunde lang den heissen Dämpfen im Sterilisationsapparate ausgesetzt. Wie zur Kontrolle angesetzte Kulturen erwiesen, genügte dieses Verfahren, um sowohl alle vegetativen Formen von Mikroorganismen lebensunfähig zu machen, als auch die viel widerstandsfähigeren Sporen zu vernichten, mit anderen Worten, das Fett steril zu machen.

Dieses sterilisirte Fett wurde nun in halbflüssigem Zustande mit den Reinkulturen oder mit den aus den ranzigen Fetten gezüchteten Organismen vermischt und zwar das Fett jedes einzelnen Kölbchens mit einem besonderen Organismus, damit gleichzeitig die verschiedene Einwirkung der verschiedenen Organismen festgestellt werden könnte.
In vier weitere Kölbchen wurden je 10 C [illegible] anz

Fette gebracht und gut mit dem sterilen Fett vermischt, um dadurch nicht allein festzustellen, ob irgend einer der in den ranzigen Fetten vorhandenen Organismen oder mehrere derselben zusammen, das Ranzigwerden frischen Fettes verursachen oder wenigstens begünstigen können, sondern um auch auf den Punkt Rücksicht zu nehmen, dass ja vielleicht unorganisirte Fermente, wie es auch von verschiedenen Autoren angenommen wurde, das Ranzigwerden der Fette einleiten. Wäre das Letztere der Fall, so müsste das aus dem ranzigen Fett in das frische übertragene Ferment auch hier alsbald seine fermentirende Wirkung äussern.

Es wurden jedesmal zwei Kölbchen angesetzt, um zugleich zwei parallele Versuchsreihen zu haben, indem der eine Theil bei gewöhnlicher Temperatur im zerstreuten Tageslicht, der andere im Thermostaten bei 37° hingestellt wurde. Zur Beobachtung des Wachsthums der dem Fette eingeimpften Organismen, wurden von 5 zu 5 Tagen zwei Oesen des bei gelinder Temperatur halb verflüssigten Fettes herausgenommen und in flüssige sterile Nährgelatine übertragen. Nach der Vertheilung wurde diese Gelatine zur Kultur in Glas-Doppelschalen gegossen. An den darauf folgenden Tagen wurden die Colonien gezählt und die Anzahl derselben bot einen Maassstab für die Vermehrung oder das Absterben der Keime.

Zum Nachweis des Ranzigseins von Fett ist wohl Geruch und Geschmack ein sehr scharfes Reagens, jedoch ist diese Schärfe immer nur individuell, weshalb von mir auch noch ein anderes Verfahren eingeschlagen wurde, um die Zersetzung des Fettes in freie Fettsäure und Glycerin — so kann das Ranzigwerden aufgefasst werden — nachzuweisen. Das Fett wurde vor Beginn der Untersuchung titrirt und bei Beendigung der Versuche ebenfalls. Eine Zersetzung des Fettes musste sich in einer Zunahme der Acidität zeigen. Nun wurden die verschiedensten Wege eingeschlagen, um zu einer gleichmässige Resultate liefernden Titrationsmethode zu gelangen. Zuerst wurde das Fett in Aether gelöst, mit Phenolphtaleinlösung versetzt und mit alkoholischer $^1/_{10}$

Normal-Natronlauge titrirt. Trotzdem der Aether vor der Anwendung zur Lösung neutralisirt war, konnte ich dennoch nie vollständig übereinstimmende Resultate erzielen; ebenso erging es mir bei dem Versuche, das Fett mit heissem Wasser auszuschütteln, respective darin zu schmelzen und in diese Mischung zu titriren. Am besten übereinstimmende Resultate wurden erhalten, wenn man als Lösungsmittel absoluten Alkohol anwendete und mit wässriger $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge unter Anwendung von Phenolphtalein als Indicator titrirte. 5,0 gr. des Fettes wurden in einem trockenen Glaskölbchen mit 20 ccm absolutem Alkohol — welcher, da alle Alkohole Spuren von Säuren enthalten, vorher mit soviel Natronlauge versetzt war, dass eben eine leichte Röthung bemerkbar war — bei gelinder Wärme gelöst, mit Phenolphtaleinlösung versetzt und dann mit $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge titrirt. 5,0 gr. frisches Schweinefett (sterilisirt) verbrauchten 0,6 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge zur Neutralisation. Durch dieses Verfahren erhielt ich allerdings keine absoluten Zahlenwerthe für die Mengen der Fettsäuren, aber doch sichere Angaben für den Vergleich. Nachstehend sind die Zahlen der entwickelungsfähigen Keime, welche das mit den verschiedenen Organismen beimpfte Fett in den verschiedenen Zeitabschnitten der Versuche enthielt, zusammengestellt und ebenso ist die Anzahl von cc. $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge angegeben, welche zur Titration von 5 gr. des beimpften Fettes bei Beginn und nach Beendigung der Versuche verbraucht wurden. Die Versuche bei Bruttemperatur ergaben fast die gleichen Resultate, weshalb dieselben nicht besonders aufgeführt sind.

Die Tabelle auf der nachfolgenden Seite zeigt, dass die auf ranzigen Fetten gefundenen Mikroorganismen in reinem Schweinefett nicht nur sich nicht vermehren können, sondern dass sie fast ohne Ausnahme darin absterben. Bei den anaëroben Keimen erfolgte das Absterben bedeutend langsamer, als bei den aëroben. Die Acidität der Fette hatte sich nicht geändert und ebensowenig hatte sich irgend eine Veränderung des Geruchs und Geschmacks vollzogen.

Tabelle

über das Absterben der in frisches Schweinefett übertragenen Keime.

	Bei Beginn der Versuche Col.	nach 5 Tagen Col.	nach 20 Tagen Col.	nach 40 Tagen Col.	nach 60 Tagen Col.	in 5,0 g. Fett wurde der Säuregrad durch Titration bestimmt: bei Beginn der Versuche ccm.	nach Beendigung der Versuche ccm.
						$^1/_{10}$ Norm. NaOH	$^1/_{10}$ Norm. NaOH
Oidium aus Schweinefett . .	26	16	4	Ø	1	0,6	0,6
Oidium a. Butter	24	15	3	Ø	Ø	0,6	0,6
Coccus (gelber). .	22	16	5	2	1	0,6	0,6
Hefe	24	13	4	Ø	2	0,6	0,605
Bacillus (NH_3 bildender)	20	14	2	Ø	Ø	0,6	0,615
Bacillus anaërob. .	15	12	10	7	5	0,6	0,61
10 Oesen ranziges Schweinefett:							
aërob. .	5	2	Ø	Ø	1	0,6	0,6
anaërob.	3	2	2	1	1		
10 Oesen ranziges Wurstfett:							
aërob. .	7	5	2	Ø	Ø	0,6	0,6
anaërob.	2	2	2	1	1		
10 Oesen ranziges Cocosöl:							
aërob. .	2	Ø	Ø	Ø	Ø	0,6	0,6
anaërob.	1	1	Ø	Ø	Ø		
10 Oesen ranzige Butter:							
aërob. .	5	3	1	Ø	Ø	0,6	0,6
anaërob.	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø		

Wenn man auch nach diesen Versuchen schon annehmen konnte, dass Bacterien das Ranzigwerden der Fette überhaupt nicht verursachen, so wollte ich doch durch den Versuch erst den Beweis erbringen, dass auch die verschiedenartigsten anderen aëroben und anaëroben Bakterien frisches Fett nicht zu zersetzen vermögen. Zu diesem Zweck wurden Bacteriengemische verschiedener Art, Gartenerde und Koth, welche bekanntlich sehr grosse Massen von Anaëroben enthalten, ferner faulender Heuaufguss in der gleichen Weise wie oben beschrieben, mit sterilem, frischen Fett gemischt und theils bei gewöhnlicher, theils bei Bruttemperatur aufbewahrt. Ebenso wurde auch

geprüft, ob Buttersäure- und Milchsäure-Bacillen irgend eine Wirkung auf das Fett äusserten. Zu verschiedenen Zeiten wurden je zwei Oesen der Fettmischung entnommen, in Gelatine gebracht und der bakteriologischen, aëroben und anaëroben Analyse unterworfen; am Anfang und bei Beendigung der Versuche wurde die Acidität durch Titration bestimmt. Auch bei diesen Versuchen zeigte es sich, dass sämmtliche Bakteriengemische selbst in dem Zeitraum von zwei Monaten das Fett nicht ranzig zu machen vermochten und dass die Bakterien auch die anaëroben zum grossen Theil abgestorben waren. Das Fett hatte keinen ranzigen Geruch angenommen und zeigte auch keine Zunahme freier Säure. Bemerkt sei, dass das mit Gartenerde gemischte Fett eine graue Farbe und ein krümeliches Aussehen angenommen hatte, dass aber Geruch und Säurezahl sich nicht verändert hatten.

Da die bisherigen Versuche nur im zerstreuten Tageslicht und im Dunkeln bei verschiedener Temperatur ausgeführt waren musste auch ermittelt werden, ob das direkte Sonnenlicht vielleicht einen Einfluss auf das Wachsthum der Bakterien und den Process des Ranzigwerdens ausübte. Zu diesem Zweck wurden die Versuche mit sämmtlichen Bakterienreinculturen und Bakteriengemischen an verschiedenen nach Osten gelegenen Fenstern des Giessener hygienischen Instituts, wohin die Juli-Sonne bis Morgens 12 Uhr schien, wiederholt. Da zeigte sich schon nach fünf Tagen, dass die in den Erlenmeyer'schen Kölbchen dem Schweinefett zugesetzten Bakterien verhältnissmässig viel rascher abgestorben waren, als dies bei den im Dunkeln oder zerstreuten Tageslicht aufgestellten Versuchen der Fall war. Es zeigte sich aber auch ferner, dass alle Fette ohne Ausnahme ranzig geworden waren, dass sie diese Eigenschaft sowohl durch Geruch und Geschmack als auch durch die Zunahme des Gehaltes an freier Fettsäure bewiesen.

Das Sonnenlicht hatte mithin eine doppelte Wirkung. Erstens starben unter dessen Einwirkung die Bakterien rascher ab (es ist ja eine bekannte Thatsache, dass direktes Sonnenlicht Bakterien, sogar Milzbrandsporen, in Gegenwart von Wasser und Luft

tötet), und **zweitens wurden alle Fette in den Kölbchen ohne Ausnahme ranzig.**

Für die Annahme, dass Bakterien den Process des Ranzigwerdens verursachen, hatten meine Versuche sonach keinerlei Anhaltspunkte ergeben. Zugleich aber ging aus diesen Versuchen hervor, dass das Sonnenlicht einen bedeutenden Factor bei dieser Zersetzung des Fettes ausmacht. In welcher Weise nun Sonnenlicht auf Fett einwirkt, soll alsbald erörtert werden.

Tabelle

über das Verhalten der Fette mit Bakteriengemischen an der Sonne.

Sterilem Schweinefett werden zugemischt:	Anzahl der entwickelten Colonieen			Anzahl der zur Neutralisation von 5,0 g. Fett verbrauchten $^1/_{10}$ ccm. Norm.-Natronlauge		Geruch und Geschmack bei Beendigung der Versuche
	Bei Beginn der Versuche Col.	Nach 5 Tagen Col.	Nach 60Tagen Col.	Bei Beginn der Versuche ccm.	Bei Beendigung der Versuche ccm.	
Oidium aus Schweinefett . .	25	10	1	0,6	1,5	ranzig
Oidium aus Wurstfett	27	12	Ø	0,6	1,55	desgl.
Oidium a. Butter	23	8	Ø	0,6	1,5	desgl.
Bacillus (NH_3 entwickelnder) . .	28	9	Ø	0,6	1,6	desgl.
Hefe	22	4	1	0,6	1,70	desgl.
Ranzig. Schweinefett	8	Ø	Ø	0,6	1,65	desgl.
Ranziges Wurstfett	6	1	Ø	0,6	1,55	desgl.
Ranziges Cocosöl	7	2	1	0,6	1,6	desgl.
Ranzige Butter .	5	2	Ø	0,6	1,5	desgl.
Gartenerde:						
Prüfung aërob. .	7	3	Ø	} 0,6	1,7	desgl.
- anaërob.	10	7	2			
Koth:						
Prüfung aërob. .	8	2	Ø	} 0,6	1,65	desgl.
- anaërob.	8	5	1			
Faulendes Heuwasser:						
Prüfung aërob. .	6	3	1	} 0,6	1,55	desgl.
- anaërob.	7	5	Ø			

Hier möchte ich nur die aus der bakteriologischen Analyse ranziger Fette und a en

die Einwirkung verschiedenartigster Bakterien auf reines Fett, erhaltenen Resultate kurz zusammenfassen.

1. Auf alten ranzigen Fetten kommen (trotz saurer Reaction) die verschiedenartigsten lebensfähigen Keime, hauptsächlich Schimmelpilze, Oidien und Hefen vor.
2. In frischem unzersetzten Fette sterben die absichtlich zugesetzten Keime der verschiedensten aëroben und anaëroben Arten ab, weshalb anzunehmen ist, dass Mikroorganismen zu dem Process des Ranzigwerdens der Fette in keiner ursächlichen Beziehung stehen.
3. Unter Einwirkung des Sonnenlichts sterben die Keime ebenfalls und zwar rascher ab; das Fett wird ranzig.

II. Das Ranzigwerden sterilen Fettes.

Wenn schon aus den im ersten Theile meiner Arbeit beschriebenen bakteriologischen Versuchen hervorgeht, dass Mikroorganismen das Ranzigwerden der Fette nicht bedingen, so soll es in diesem zweiten Theile meine Aufgabe sein, zu beweisen, dass diese Veränderung der Fette ein rein chemischer, auch bei Ausschluss aller Organismen stattfindender Prozess ist. Weiter werde ich zu erörtern haben, welche chemischen Einflüsse die mit „Ranzigwerden" bezeichnete Zersetzung der Fette verursachen.

Wie aus der mitgetheilten Literatur ersichtlich ist, schrieb man von einer Seite der Luft die das Fett zersetzende Eigenschaft zu, was von anderer Seite genauer als die Oxydation durch den in der Luft enthaltenen Sauerstoff bezeichnet wurde. Ferner wurde festgestellt, dass diese Zersetzung vornehmlich unter Einfluss des Sonnenlichtes stattfindet. Eine andere Ansicht geht dahin, dass

nicht Luft, Sauerstoff und Licht, sondern Feuchtigkeit den hauptsächlichsten Faktor bei dieser Zersetzung ausmacht. Schliesslich findet sich noch eine Meinung vertreten, wonach die in jedem Fette enthaltenen Verunreinigungen, stickstoffhaltige Körper, Gewebsreste und Kohlehydrate durch Fermentwirkung die Spaltung der Fette verursachen.

Die Annahme eines rein chemischen Vorgangs ist neuerdings durch Duclaux, welcher Sauerstoff und Lichtwirkung annimmt, ferner durch M. Gröger vertreten, welcher es für wahrscheinlich hält, dass die Fette zuerst durch Wasser zersetzt werden, um in ihren einzelnen Bestandtheilen dann durch Sauerstoff oxydirt zu werden, also die gleiche Ansicht, welche Berthelot (Journal de Pharm. et de Chimie 3. Serie t. XXVII. 1885 pag 96.) veröffentlichte, mit dem Unterschiede, dass Berthelot die nebenbei stattfindende Oxydation hauptsächlich auf das Olein bezieht, während M. Gröger aus dem Umstande, dass freies Glycerin in ranzigen Fetten nicht nachweisbar war, schliesst, dieses sei durch Oxydation in andere Stoffe umgesetzt worden. Die verschiedensten Hypothesen über das Ranzigwerden der Fette sind wohl vorhanden, aber die Richtigkeit einer derselben ist meines Wissens durch unanfechtbare Versuche noch nicht festgestellt. Dies ist um so auffallender, da dieser Prozess doch so sehr in das alltägliche Leben eingreift und namentlich auf dem Gebiete der Nahrungsmittel-Chemie Grund genug zu einer eingehenden Untersuchung gewesen wäre.

Bei meinen Versuchen dachte ich auf die Weise zu einem Resultate zu gelangen, dass ich systematisch die Einwirkung von Licht und Luft, sowie der Bestandtheile der letzteren, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure auf Fett in trockenem und feuchtem Zustande beobachtete. Die Versuche ordnete ich deshalb in folgender Weise an:

A. Steriles Fett bei Luftabschluss
   a) an der Sonne
   b) im zerstreuten Tageslicht
   c) bei Lichtabschluss { α) bei gewöhnl. Temperatur
                          β) bei Bruttemperatur

B. Steriles Fett bei Luftzutritt.
 a) im Sonnenlicht
 b) bei Lichtabschluss

C. Steriles Fett bei Einwirkung verschiedener Gase.
 a) Sauerstoff } α) im Sonnenlicht } feucht u.
 b) Kohlensäure } β) bei Lichtabschluss } trocken
 c) Stickstoff
 d) Wasserstoff

A. Steriles Fett bei Luftabschluss.

Um festzustellen, ob steriles Schweinefett bei Luftabschluss unter Einwirkung von Licht oder Wärme ranzig wird, füllte ich Schweinefett theils in feuchtem Zustande, theils nachdem es vorher 3 Stunden im Trockenschrank bei 140° C erhitzt war, in Reagirgläschen ein, die alsdann mit der spitzen Flamme des Gebläses möglichst dicht über dem Fette, ohne letzteres jedoch zu verbrennen, abgeschmolzen wurden. Die so von Luft abgeschlossenen Röhrchen wurden durch wiederholtes Kochen im Wasserbade sterilisirt und dann unter verschiedenen Bedingungen theils im Sonnenlichte, theils im zerstreuten Tageslichte und theils im Dunkeln bei gewöhnlicher und bei Bruttemperatur aufbewahrt.

Nach 8 Tagen wurde von jeder Versuchsreihe ein Röhrchen entnommen, auf Geruch und Geschmack geprüft und durch Vergleichen der bei Beginn und Beendigung des Versuchs aus der Titration von 5,0 Fett mit $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge erhaltenen Zahlen die Zunahme freier Säuren konstatirt. Ferner wurde zur Kontrolle die Abwesenheit von Organismen durch Anlegen je einer aëroben und anaëroben Kultur festgestellt. In der gleichen Weise wurden am 20., am 40. und am 60. Tage dieselben Prüfungen ausgeführt.

Da die in den verschiedenen Zeitabschnitten ausgeführten Prüfungen keine Unterschiede zeigten, stelle ich in folgender Tabelle nur die Ergebnisse der einen 60 Tage lang dauernden Versuchs-Reihe zusammen, in welcher Fett in feuchtem Zustande geprüft wurde.

	Bacterien		Geruch und Geschmack	5 g. Fett verbrauchten zur Neutralisation	
	aërob.	anaërob.		bei Beginn	bei Beendigung
				der Versuche 1/10 Norm.-Natronlge. 1/10	
Directes Sonnenlicht	ø	ø	normal	0,6	0,61
Zerstreut. Tageslicht	ø	ø	desgl.	0,6	0,6
Im Dunkeln bei 15 Grad.....	1 Coccus	ø	desgl.	0,6	0,6
Thermostat bei 37 Grad	ø	ø	desgl.	0,6	0,6

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass steriles Schweinefett bei Abschluss der Luft, einerlei, ob das Fett in feuchtem oder trockenen Zustande ist, selbst bei Einwirkung des direkten Sonnenlichtes und in der Wärme nicht ranzig wird; die Erscheinung, dass das in der Sonne stehende Fett nach 60 Tagen ein etwas körniges Aussehen und einen ganz wenig veränderten, jedoch durchaus nicht ranzigen Geschmack hatte, kann man möglicherweise dem Umstande zuschreiben, dass durch die längere Einwirkung der Sonnenwärme und die in dem geschlossenen Röhrchen durch die Wasserdämpfe entstandene Spannung sich die Oleate des Fettes von den festen stearin- und palmitinsauren Glycerinäthern geschieden haben. Man ist daher berechtigt, zumal auch bei Butter, wie später ausgeführt werden wird, das Gleiche konstatirt wurde, anzunehmen, dass die thierischen Fette, Fettsäuren-Glycerinäther, unter vollständigem Luftabschluss selbst nicht durch längeres Einwirken von direktem Sonnenlicht ranzig werden.

B. Steriles Eett bei Luftzutritt.

Durch meine bisherigen Versuche war also festgestellt, dass weder Bakterien, noch das Licht bei Luftabschluss das Fett in den ranzigen Zustand überführen konnten. Da sich aber bei den ersten Versuchen zeigte, dass Fette mit Bakteriengemischen unter gleichzeitiger

Einwirkung von Luft und Licht ranzig wurden, während die Bakterien abstarben, so war anzunehmen, dass das Ranzigwerden durch die gleichzeitige Einwirkung beider Agentien, Luft und Licht verursacht wird. Die dabei walten den Verhältnisse zu erforschen, bildete die nächste Aufgabe.

Zu diesem Zwecke beschickte ich sterile Erlenmeyersche Kölbchen auf die gleiche, schon im ersten Theile der Arbeit angegebene Art zu $^1/_{10}$ ihres Rauminhalts mit frischem Fett, verschloss sie mit Watte, welche die Luftzirkulation gestattet, jedoch das Eindringen von Keimen verhindert, und erhitzte sie alsdann 3 Tage hintereinander je $^1/_2$ Stunde im Dampfsterilisationsapparat. Bei diesen Versuchen konnte davon abgesehen werden, getrocknetes Fett den gleichen Bedingungen zu unterwerfen, denn durch Zutritt der Luft, welche immer Feuchtigkeit enthält, wäre der Werth dieses Versuchs illusorisch geworden. Das Vorlegen von Chlorcalciumröhren hätte die Versuchsbedingungen verändert, und zudem war auch bei einer anderen Anordnung der Versuche, von denen später gesprochen werden soll, Gelegenheit gegeben, die Wirkung von trockener Luft auf trocknes Fett mit derjenigen zu vergleichen, welche die beiden Stoffe in feuchtem Zustande auf einander ausüben.

Dem direkten Sonnenlicht wurden, wie bei den ersten Versuchen mit bakterienhaltigen Fetten, 4 mit sterilisirtem Fett beschickte und mit steriler Watte verschlossene farblose Erlenmeyer'sche Kölbchen an einem nach Osten gelegenen Fenster ausgesetzt und zur Kontrolle 4 ebenfalls sterilisirte, mit Schweinefett zu $^1/_{10}$ des Rauminhaltes beschickte Erlenmeyer'sche Kölbchen, die aber mit schwarzem Lack bestrichen waren, daneben gestellt. Auf diese Weise konnte man unter sonst ganz gleichen Verhältnissen die Einwirkung der Luft unter Lichteinfluss und Lichtabschluss beobachten. Nach 8 Tagen wurde je ein dunkeles und ein helles Kölbchen den schon öfters beschriebenen bakteriologischen, physiologischen und chemischen Prüfungen unterzogen. In beiden Kölbchen konnten weder durch aërobe noch anaërobe Züchtungsmethoden Bakterien nachgewiesen werden, aber das phy-

siologische und chemische Verhalten zeigte bedeutende Unterschiede. Während das Fett im geschwärzten Glase vollkommen frisch geblieben war, hatte das dem Sonnenlicht im hellen Glase ausgesetzte Fett den charakteristischen ranzigen Geruch und Geschmack angenommen. Die Titration der beiden Fette ergab für das im geschwärzten Glase absolut keine Säurezunahme, während in den hellen Kölbchen eine Zunahme zu konstatiren war.

Die am 20sten, am 40sten und am 60sten Tage vorgenommenen Prüfungen der übrigen Kölbchen ergaben eine stetige Zunahme der Ranzidität der in hellem Glase der Sonne ausgesetzten Fette, die in den dunklen Gläsern befindlichen Fette waren auch nach 60 Tagen nicht ranzig geworden.

5 g. Fett in 20 ccm. absolutem Alkohol gelöst, verbrauchten zur Neutralisation folgende Anzahl ccm. $^1/_{10}$ Normalnatronlauge.

	Vor dem Versuch	Nach 5 Tagen	Nach 20 Tagen	Nach 40 Tagen	Nach 60 Tagen	Keime	
						aërob.	anaërob.
a) In hell. Glase	0,6	0,7	0,85	1,0	1,6	ø	ø
b) In geschwärztem Glase. . .	0,6	0,6	0,6	0,6	0,61	ø	ø

C. Reines Schweinefett bei Einwirkung von Luft und verschiedenen Gasen.

Nachdem festgestellt war, dass steriles Fett innerhalb 2 Monaten unter Lufteinwirkung im Dunkeln nicht ranzig und ebensowenig durch Licht bei Luftabschluss beeinflusst wurde, dass aber bei gleichzeitiger Einwirkung von Luft und Licht das Fett um so schneller ranzig wurde, je intensiver die Einwirkung des Lichtes war, so fragte es sich, welche Bestandtheile der Luft bewirken die Zersetzung des Fettes? Ist es Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure oder ist es die Gesammteinwirkung dieser Gase, welche bei der Einwirkung von Licht die Zersetzung des Fettes verursacht?

Ein Zufall gab mir eine einfache Methode an die Hand, um über diese Verhältnisse Klarheit zu bekom-

men.*) Ein mit einer Gummikappe verschlossener zu $^1/_5$ seines Inhalts mit reinem, sterilen Schweinefett gefüllter Glaskolben war einige Tage dem Sonnenlichte ausgesetzt, dabei nahm ich wahr, dass die Gummikappe von Tag zu Tag weiter in den Hals der Flasche hineingezogen wurde ohne jedoch wieder, selbst beim Erhöhen der Temperatur, in ihre ursprüngliche Lage zurückzukehren. Diese Verminderung des Innendrucks musste mit der Absorption eines Theiles der Luft zusammenhängen.

Da es nahe lag, diese Erscheinung mit dem Ranzigwerden des Fettes in Beziehung zu bringen, verfolgte ich meine Arbeiten nach dieser Richtung hin.

Anstatt mit einer Gummikappe wurden neue Glaskolben, welche zu $^1/_{10}$ des Inhalts mit Fett angefüllt waren, mit einem Gummistopfen verschlossen, durch welchen ein zweimal rechtwinkelig gebogenes Glasrohr gesteckt war, das mit seinem längeren Schenkel in Quecksilber tauchte. Auf diese Weise war also ein bestimmtes Luftquantum mit Fett zusammen von der Aussenluft vollständig abgeschlossen; erfolgte nun unter Einwirkung der Sonne eine Absorption der Luft durch das Fett, so musste in dem Glaskolben ein luftverdünnter Raum entstehen und proportional der Verdünnung das Quecksilber in der 75 cm hohen Glasröhre in die Höhe steigen. Man hatte auf diese Weise an dem Stand des Quecksilbers in der Glasröhre, welcher täglich um die gleiche Stunde markirt wurde, unter Berücksichtigung der Temperatur und des Barometerstandes ein Maass für das Fortschreiten des Processes innerhalb des Kolbens. Nachdem durch einen Versuch bestätigt worden war, dass Luft von dem Fette unter Einwirkung des Lichtes absorbirt wurde, denn innerhalb 2 Tagen war das Quecksilber in der Röhre einige Centimeter gestiegen, wurden ebensolche Versuche mit den einzelnen Bestandtheilen der Luft, mit Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure angestellt; ausserdem wurde auch noch der Einfluss von reinem Wasserstoff auf das Fett beobachtet. Die Anordnung der Versuche war folgende:

*) Auf genauere gasanalytische Untersuchungen musste leider wegen Mangel der erforderlichen Einrichtungen verzichtet werden.

In einem Glaskolben von ca. 600 ccm Rauminhalt wurden 100 g frisches, geschmolzenes Fett gegossen. Nachdem dasselbe in dem Kolben erstarrt war, wurde letzterer mit Wasser gefüllt und mit einen doppelt durchbohrten Gummistopfen, durch den eine gerade und eine rechtwinkelig gebogene Röhre gesteckt war, verschlossen. Die beiden äusseren Enden dieser Glasröhren waren mit Gummischläuchen, die durch Quetschhähne verschlossen werden konnten, versehen. Nun wurden der bezw. die Kolben umgekehrt über einer Wanne mit Wasser in einem Stativ so befestigt, dass das Ende der geraden Röhre unter Wasser tauchte, während das rechtwinklig gebogene Glasrohr, dessen eines Ende in dem Fettkolben bis auf das Fett reichte, durch den Gummischlauch mit einem Gasometer verbunden werden konnte. Liess man nun, nachdem das im Wasser befindliche Ende vom Quetschhahn befreit war unter Oeffnen des mit dem Gasometer verbundenen Gummischlauches, Gas in den Fettkolben eintreten, so wurde das in dem Kolben befindliche Wasser verdrängt. Nachdem auf diese Weise die Fettkolben ganz mit Gas gefüllt waren, wurden die beiden Gummischlauch-Enden wieder mit den Quetschhähnen verschlossen, die Kolben aus dem Wasser herausgenommen und aufrecht in der Klammer des Stativs befestigt. In den an dem rechtwinkelig gebogenen Glasrohre befindlichen Gummischlauch wurde ein kleines Stück Glasrohr gesteckt, welches dann mit dem kleineren Schenkel einer ebenfalls rechtwinkelig gebogenen mit Quecksilber ganz gefüllten und in Quecksilber tauchenden 75 cm langen Glasröhre verbunden wurde. Auf diese Weise war es möglich, genügend reine Gase auf das Fett einwirken zu lassen. Entfernte man nun die die Kolben von dem Quecksilber abschliessenden Quetschhähne, so sank das in der Röhre befindliche Quecksilber bis auf das Niveau des in dem unterstehenden Gefässe befindlichen Quecksilbers und man erhielt dadurch gleichsam ein Barometer, welches die Dichte des in dem Kolben eingeschlossenen Gases durch den Stand des Quecksilbers in der Röhre anzeigte. Sämmtliche Versuchskolben wurden unter ganz gleichen Verhältnissen an den nach

Osten gelegenen Fenstern des hygienischen Instituts zu Giessen aufgestellt. Als Kontrollversuche um die Einwirkung der Gase bei Ausschluss des Lichtes beobachten zu können, wurden mit Sauerstoff, Luft und Kohlensäure ganz dieselben Versuche unter denselben Bedingungen angestellt, nur waren dabei die Glaskolben aussen mit schwarzem Lack bestrichen. Das Fett, welches zu diesen Versuchen verwandt wurde, war von mir eigenhändig frisch ausgelassen, aber nicht besonders sterilisirt in die Flaschen gefüllt worden. Denn die Frage, ob Bakterien das Fett ranzig zu machen vermögen, war ja schon durch meine früheren Versuche im verneinenden Sinne entschieden worden. Aber einer anderen Frage musste bei diesen Untersuchungen Rechnung getragen werden: Es war zu entscheiden, ob die in den neuesten Lehrbüchern (Beilstein 1886 u. 1889) ausgesprochene Ansicht, dass als Hauptfactor beim Ranzigwerden der Fette die Feuchtigkeit zu betrachten sei, die richtige ist. Um dies zu konstatiren, musste ich Fett von aller Feuchtigkeit befreien und ebenfalls der Einwirkung von trockener Luft, resp. Sauerstoff und Kohlensäure aussetzen; wenn Fett auch bei völliger Abwesenheit von Feuchtigkeit ranzig wird, so ist die oben ausgesprochene Ansicht nicht zutreffend.

Zur Ausführung der Versuche mit Ausschluss jeder Feuchtigkeit verfuhr ich folgendermassen. Die Versuchskolben wurden in einem Sterilisationsschrank $1^1/_2$ Stunden lang auf 180° erhitzt und in die warmen Kolben 100 g Fett gegossen, welches in einem Luftbade 3 Stunden lang auf 140° erhitzt war, also von Feuchtigkeit wohl vollkommen frei sein musste. Die so beschickten Kolben wurden sofort mit ebenfalls getrockneten Gummistopfen verschlossen, durch welche in der oben angegebenen Weise Glasröhren gesteckt waren, die an den Enden mit Gummischläuchen versehen und durch Quetschhähne luftdicht verschlossen waren. In diese vollkommen trockenen Kolben wurde nun ebenfalls getrockneter reiner Sauerstoff, bezw. Kohlensäure solange geleitet, bis dieselben möglichst vollkommen mit den Gasen gefüllt waren. Bei dem Sauerstoffkolben wurde dieser Punkt annähernd er-

kannt, durch das Aufflammen eines glühenden Spanes, welcher in das ausströmende Gas gehalten wurde. Dass Kohlensäuregas den anderen Kolben vollständig anfüllte, zeigte sich daran, dass alles ausströmende Gas von vorgelegter Kalilauge absorbirt wurde. Das zugeleitete Gas musste zuerst durch eine mit Schwefelsäure halb gefüllte Wulf'sche Flasche, dann durch ein Chlorcalciumrohr und erst nachher durch den mit Fett beschickten Kolben streichen. Dem Fettkolben war abermals ein Chlorcalciumrohr vorgelegt, damit auch von dieser Seite keine Luftfeuchtigkeit eindringen konnte. Nachdem die Kolben mit den Gasen gefüllt waren, verschloss ich die Gummischläuche wieder durch die Quetschhähne und nahm die gefüllten Kolben weg, um das eine Glasrohr abzuschmelzen und das andere durch den Gummischlauch in der oben beschriebenen Weise mit einer in Quecksilber tauchenden 75 cm langen Röhre zu verbinden. Das Ganze wurde auf einem Stativ befestigt und neben den anderen Versuchen aufgestellt. Ich durfte auf diese Weise annehmen, bei den Versuchen jede Feuchtigkeit ausgeschlossen zu haben.

Sämmtliche so vorbereiteten Versuche wurden nun in der Weise beobachtet, dass ich täglich um 6 Uhr Abends den Stand des Quecksilbers in der Steigröhre zugleich mit dem Barometerstande und der Temperatur notirte und markirte. Diese Zeit schien die zweckmässigste, um unter möglichst gleichmässigen Temperaturverhältnissen zu beobachten, denn jene Fenster waren dem direkten Sonnenlicht bis gegen 12 Uhr Morgens ausgesetzt und kamen dann in den Schatten. Also war in den 6 darauffolgenden Stunden genügend Zeit zum Ausgleich der durch die Sonne bewirkten hohen Temperatur gegeben.

Die Versuche wurden am 14. Juli 1889 angesetzt und waren 7 Tage bis zum 22. Juli von dem prächtigsten sonnigen Wetter begünstigt, vom 22. Juli bis 26. Juli inclusive war das Wetter trüb bei niedriger Temperatur und niedrigem Barometerstande, darauf folgte wieder schönes Wetter bis zum 5., 6., 7. August, die

trübe waren. Von da bis zur Beendigung der Versuche war wieder sonniges Wetter. Schon nach den ersten 24 Stunden zeigte sich unter Einwirkung des Lichtes bei den verschiedenen Gasen eine verschiedene Einwirkung auf das Fett.

Die atmosphärische Luft war so stark absorbirt worden, dass das Quecksilber in der Steigröhre 2 cm hoch stand; bei der Kohlensäure und dem Sauerstoff im feuchten Zustande war das Quecksilber 3 cm und bei dem trockenen Sauerstoff und Kohlensäure-Versuche sogar 6 cm gestiegen; der Stand des Quecksilbers in dem Kohlensäure-Versuch in geschwärztem Glase war ebenso hoch wie derjenige der Luft im hellen Glase, bei allen andern Versuchen, Stickstoff, Wasserstoff im hellen, Luft und Sauerstoff im dunkeln Kolben war kein Steigen bemerkbar. An den folgenden Tagen verhielt sich das Quecksilber folgendermaassen: Bei Luft stieg es langsam, schneller bei feuchter Kohlensäure, schneller als bei dieser bei trockener Kohlensäure, noch schneller als bei dieser bei feuchtem Sauerstoff und am schnellsten bei trockenem Sauerstoff. Nach 7 Tagen, als sich trübes Wetter eingestellt hatte, war ein Stillstand im Steigen des Quecksilbers zu bemerken und erst nach 5 Tagen, als die Sonne wieder schien, wurden auch die Gase von dem Fett wieder absorbirt. Dies hatte zur Folge, dass auch das Quecksilber in den Röhren wieder stieg, mit Ausnahme des Kohlensäureversuchs im Dunkeln, bei welchem am 7. Tage der höchste Stand erreicht war. Der 22., 23. und 24. Tag war wieder bewölkt, in Folge dessen auch das Steigen des Quecksilbers unterbrochen, vom 25. bis zum 30. Tage stieg es wieder bei hellem Wetter. Der höchste Stand des Quecksilbers war bei dem Luftversuch nach 25 Tagen erreicht und zwar bei 18 cm Höhe des Quecksilbers, bei feuchter Kohlensäure nach 19 Tagen und zwar bei 28 cm Höhe, bei trockener Kohlensäure nach 21 Tagen bei 39 cm Höhe. Im feuchten Sauerstoffversuch stand das Quecksilber nach 30 Tagen 52 cm., im trockenen Sauerstoffversuch sogar 60 cm. hoch, also war fast sämmtlicher Sauerstoff von dem Fett absorbirt worden; Wasserstoff und Stickstoff hell

sowie Luft und Sauerstoff dunkel hatten gar keinen Einfluss auf das Fett ausgeübt, das Quecksilber hatte nur die Schwankungen, welche durch Veränderungen des äusseren Luftdrucks und der Temperatur bedingt waren, mitgemacht, ohne sich aber dauernd über das ursprüngliche Niveau zu erheben.

Wenn man sah, wie energisch Luft und namentlich Sauerstoff in den hellen Kolben von dem Fett absorbirt wurde, so war es geradezu frappant, dass in den unter ganz gleichen Verhältnissen angestellten Versuchen in geschwärzten Kolben absolut keine Absorption stattfand; das Quecksilber schwankte während der 30 Tage immer in derselben Gleichgewichtslage. Eine fast ebenso auffällige Erscheinung bot das Verhalten der Kohlensäure dar, bei welcher die Lichtwirkung die Absorption nur wenig zu begünstigen schien, denn in dem Versuch bei Lichtausschluss stieg das Quecksilber fast ebenso rasch, wie bei voller Einwirkung des Lichtes, aber schon nach 7 Tagen war bei dem Versuch unter Lichtabschluss Stillstand im Steigen des Quecksilbers eingetreten. Zwischen der Einwirkung des Sauerstoffs auf Fett und der Kohlensäure auf Fett war mithin ein beträchtlicher Unterschied zu bemerken. (Siehe die Tabelle auf der folgenden Seite.)

Wohl drängte sich die Frage auf, ob die Absorption nicht eine mechanische sein könnte. Aber eine mechanische Absorption oder eine Condensation der Gase war schon deshalb nicht anzunehmen, weil, wie namentlich bei dem Sauerstoffversuch in dem fast ganz evacuirten Raume über dem Fette ein sehr verminderter Druck vorhanden sein musste und weil ferner bei dem täglich vorgenommenen Schmelzen des Fettes, wobei mechanisch absorbirte Gase durch die hohe Temperatur doch sicher wieder in Freiheit gesetzt und dadurch das Quecksilber auf sein ursprüngliches Niveau in der Steigröhre zurückgedrückt worden wäre, das Quecksilber nicht auf den ursprünglichen Standpunkt gebracht werden konnte und stets, sobald der Kolben sich wieder abgekühlt hatte, wieder den höchsten Stand einnahm.

Nach Verlauf von 30 Tagen wurden sämmtliche Versuche unterbrochen, um zu konstatiren, welche Veränderungen das Fett in Bezug auf Geruch, Geschmack und Säuregehalt erlitten hatte.

Tabelle,

welche für 30 Tage der Versuchsdauer den Stand des Quecksilbers in den Steigröhren in Zahlen angiebt und zeigt, wie die verschiedenen Gase unter Einwirkung und Ausschluss des Sonnenlichtes ganz verschieden vom Fett absorbirt werden.

Versuchs-Tage		Sauerstoff			Kohlensäure			Luft		Stickstoff	Wasserstoff
		in hellem Glase		in dunklem Glase	in hellem Glase		in dunklem Glase	in hellem Glase	in dunklem Glase	in hell. Glase	
		trocken	feucht		trocken	feucht					
		cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
Sonnige Tage	1.	6	3	0	[illegible]	5	[illegible]	[illegible]			
	2.	9,5	[illegible]	0,5	[illegible]	5,5	3	3			
	3.	12	10		11	8	4	4			
	4.	14	13		13	10	[illegible]	5,5			
	5.	16	16,5		15,5	12,5	[illegible]	[illegible]			
	6.	18,5	19		17,5	15	[illegible]	[illegible]			
	7.	21	22		18,5	17	10	8,5			
Regentage	8.	Keine Steigung	Keine Steigung	Constant bleibend	20	19		Keine Steigung	Zeigt keine Steigung	Zeigt keine Steigung	
	9.										
	10.										
	11.						Constant bleibend				
	12.										
Sonnige Tage	13.	24	25,5		22	21		10			
	14.	27	28		24,5	23		11			
	15.	29,5	30		27	25,5		12,5			
	16.	33	32,5		30	26,5		13,5			
	17.	36	34		32	27,5		14			
	18.	38,5	36		34	28		15			
	19.	41	37,5		35,5	Constant bleibend		15,5			
	20.	44	40		38			16,5			
	21.	46	42,5		39			17,5			
Regentage	22.	Keine Steigung	Keine Steigung		Constant bleibend			Keine Steigung			
	23.										
	24.										
Sonnige Tage	25.	48	44,5					18			
	26.	50,5	46,5					Constant bleibend			
	27.	53	48								
	28.	56	49,5								
	29.	58	51								
	30.	60	52	0 Punkt	39	28	10	18	0 Punkt	0 P.	0 P.

Von den belichteten Fetten hatten die unter Luft und unter Sauerstoff feucht sowohl als auch trocken aufbewahrten den sehr charakteristischen stark ranzigen Geruch und Geschmack angenommen, dagegen waren die unter Wasserstoff und Stickstoff befindlichen nicht ranzig geworden. Unter Lichtabschluss war keines der Fette ranzig geworden. Eine etwas abweichende, eigenthümliche Erscheinung zeigte sich in dem Verhalten der Kohlensäure gegen das Fett; im belichteten Versuch sowohl wie im Dunkeln hatte dasselbe einen eigenthümlichen, talgigen Geschmack angenommen, war aber frei von Geruch geblieben und durchaus nicht ranzig zu nennen.

Nun war nöthig in den Fetten die Säurezunahmen zu konstatiren. Die vor Beginn der Versuche ausgeführte Prüfung auf den Säuregehalt der frischen Fette wurde in der früher ausführlich beschriebenen Weise angestellt und ergab einen Verbrauch von 0,8 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge zur Titration von 5,0 g frischen Fettes, welches in mit Phenolphtalein versetztem Alkohol absolutus (20,0) gelöst war. Bei den nach der Beendigung der Versuche wiederholten Titrationen zeigten sich sehr verschiedene Resultate. Bei Weitem am meisten $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge verbrauchte das Fett, welches unter Sauerstoff dem Lichte ausgesetzt war, dann folgte das unter Kohlensäure ebenfalls im Lichte aufbewahrte, dann der Luftversuch im Lichte und dann der Kohlensäureversuch im Dunkeln. Bei Fett, welches unter Wasserstoff oder Stickstoff dem Lichte ausgesetzt war, konnte ebenso wie bei dem Sauerstoff- und Luftversuch im Dunkeln ein Mehrverbrauch von Natronlauge nicht konstatirt werden. Nachfolgende Tabelle giebt die bei den Prüfungen gefundenen Zahlenwerthe an.

Obgleich durch die im Abschnitt II ausgeführten Versuche schon constatirt war, dass auch steriles Fett ranzig wird, prüfte ich zur Controlle das unter Einfluss von Sauerstoff und Licht ranzig gewordene Fett auf Anwesenheit von Mikroorganismen, konnte aber weder durch aërobe, noch durch anaërobe Kulturmethoden irgendwelche Mikroorganismen nachweisen.

Tabelle

über die Einwirkung von Luft, Sauerstoff, Kohlensäure etc. auf feuchtes und trockenes Schweinefett unter Einfluss bzw. Ausschluss des Sonnenlichtes innerhalb 30 Tagen.

Gase, mit welchen Schweinefett zusammengebracht war			Durch Absorption d. Gases innerhalb des Glaskolbens stieg das Quecksilber ccm.	Verbrauch von $^1/_{10}$ Norm.-Natronlauge zur Titration von 5,0 g. Fett, welche in 30 ccm. Alkohol absolut gelöst waren: Vor Beginn der Versuche ccm.	Nach 30 Tagen ccm.	Geruch und Geschmack
Sauerstoff	hell	trocken	60	0,9	3,4	stark ranzig
		feucht	52	0,8	3,2	desgl.
	dunkel		0	0,8	0,8	vollk. frisch
Kohlensäure	hell	trocken	39	0,9	2,0	ohne Geruch mit talgigem Geschmack
		feucht	28	0,8	1,9	
	dunkel		10	0,8	1,3	
Luft	hell		18	0,8	1,8	ranzig
	dunkel		0	0,8	0,9	frisch
Stickstoff	hell		0	0,8	0,8	nicht ranzig
Wasserstoff	hell		0	0,8	0,8	nicht ranzig

Aus dieser letzten Versuchsreihe ergiebt sich also, dass reines Schweinefett, einerlei, ob feucht oder wasserfrei, steril oder nicht steril, durch Luft und noch viel rascher durch reinen Sauerstoff unter gleichzeitigem Einfluss des Lichtes oxydirt wird und dadurch den charakteristischen, ranzigen Geruch und Geschmack erhält. Fett unter gleichen Verhältnissen unter reinem Stickstoff oder Wasserstoff aufbewahrt, wird nicht ranzig. Kohlensäure wird sowohl im Lichte, als auch unter Lichtausschluss von Fett absorbirt, aber die Absorption ist eine eng begrenzte. Fett vermag nur ein gewisses, im Verhältniss zum Sauerstoff kleines Volumen Kohlensäure aufzunehmen und wird durch Aufnahme der Kohlensäure nicht ranzig,

das heisst, es erhält dadurch nicht den charakteristischen Geruch und kratzenden Geschmack, sondern wird im Geschmack nur etwas fade und talgig.

Da Sauerstoff im Dunkeln das Fett nicht beeinflusst, muss man annehmen, dass unter Einwirkung des Lichtes der Sauerstoff aktiv*) gemacht wird und die Fettsäuren direkt zu Oxyfettsäuren, welche dem Fette den ranzigen Geruch und ranzigen, kratzenden Geschmack ertheilen, oxydirt werden. Im Anschluss an die Mittheilungen über das Ranzigwerden des Schweinefettes sei erwähnt, dass ich dieselben Versuche auch mit frischer Butter und mit ausgelassener, wasserfreier, sogenannter Schmelzbutter ausführte.

Auf die gleiche Weise, wie bei den Versuchen mit Schweinefett eingehend beschrieben ist, wurde frische Butter und Schmelzbutter in Erlenmeyer'sche Kölbchen gefüllt, jedesmal 20,0 Butter in ein Gläschen von 150 ccm Inhalt, mit Watte verschlossen und sorgfältig sterilisirt. Die eine Versuchsreihe wurde ans Fenster ins Sonnenlicht gestellt, die andere in einen dunkeln Schrank. Nach 3 Tagen war die im Sonnenlicht stehende Butter schon vollkommen ranzig geworden, während die im Dunkeln stehenden Gläschen noch nach 2 Monaten vollständig frischen Geruch und Geschmack zeigten. Eine spätere Wiederholung der Prüfung hat nicht stattgefunden.

Zur Titration von frischer Butter wurden vor Beginn der Versuche für 5,0 grm 2,5 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge verbraucht, nach 30 Tagen verbrauchte die gleiche Quantität der im Dunkeln stehenden Butter 2,6 ccm, dagegen die in der Sonne stehende 3,5 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge. Schmelzbutter verbrauchte vor Beginn der Versuche pro 5,0 grm 3,0 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge, 3,05 nach 30 Tage langem Stehen im Dunkeln und 4,1 nach 30 Tage langem Stehen an einem Fenster, welches fast täglich bis Morgens 12 Uhr von der Julisonne beschienen war. Ferner wurde Butter, gerade wie es bei Schweinefett geschah, in Reagenzgläschen geschmolzen und die Gläschen dann möglichst nahe über der verflüssigten

*) In einer besonderen Abhandlung werde ich versuchen, eine theoretische Erklärung der chemischen Lichtwirkungen zu geben.

Butter durch die spitze Flamme des Gebläses abgeschmolzen und zu einem Spitzenverschluss ausgezogen, natürlich mit der Vorsicht, die Butter nicht zu verbrennen. Diese Röhrchen, welche also die Butter theils frisch, theils wasserfrei von jeder Einwirkung des Luft-Sauerstoffs oder der Kohlensäure ausgeschlossen enthielten, wurden der Sonne ausgesetzt. Selbst nach 5 Monaten (in diesen Tagen habe ich wieder 2 Gläschen geöffnet) hatte die Lichteinwirkung ohne gleichzeitige Anwesenheit von Sauerstoff die Butter, wasserfreie sowohl wie feuchte, nicht ranzig zu machen vermocht.

Sterile Butter und Butterfett verhielten sich also trotz des ziemlich grossen Gehaltes an stickstoffhaltigen Substanzen genau wie Schweinefett; die Ranzidität schreitet vorwärts unter Einfluss der Luft proportional der Intensität des Lichtes; aber Licht ohne Luft vermochte Butter nicht ranzig zu machen. Eine bekannte Thatsache ist, dass frische, nicht sterilisirte Butter um so leichter verdirbt, je weniger sie ausgeschleudert ist, also je mehr stickstoffhaltige Molken (Casein und Salzlösungen der Milch) sie enthält. Da ferner festgestellt ist, dass in Molken durch die Milchsäurebacillen (Bacilli acidi lactici) freie Milchsäure gebildet wird, so ist es nicht unmöglich, dass die in den Molken der Butter gebildete freie Milchsäure auf Theile des Fettes zersetzend einwirkt und die Oxydation des Fettes durch den Luftsauerstoff unterstützt. Auf das gründlichere Studium der Verhältnisse bei frischer Butter, wo also noch die stickstoffhaltigen Beimengungen in Betracht kommen, konnte ich, da ich von Giessen verziehen musste, nicht eingehen. Es wäre danach festzustellen, in welchem Verhältnisse die beiden Prozesse, die Bildung von Milchsäure durch Bakterien und die Oxydation des Fettes durch den Sauerstoff der Luft unter Einfluss von Licht sich gegenseitig ergänzen.

III. Die Rolle der Mikroorganismen bei der weiteren Zersetzung der Fette.

Nachdem festgestellt war, dass Mikroorganismen das Ranzigwerden von reinem Fette nicht bedingen, war die Frage zu beantworten, ob Mikroorganismen auf Fetten, welche einmal ranzig geworden, also in Fettsäuren und Glycerin gespalten sind, zu leben vermögen. Zu diesem Zwecke wurde das durch Sauerstoff am Lichte ranzig gemachte Schweinefett in Glasschalen und Erlenmeyer'sche Kölbchen gegossen und nach dem Erkalten an einer genau bezeichneten Stelle mit einem Platindrahte mit Reinkulturen verschiedener Organismen beimpft.

Nach Verlauf von 14 Tagen bemerkte man schon mit blossen Augen, dass die Kolonien sich bedeutend ausgedehnt hatten, Hefen, Coccen und namentlich Schimmelpilze hatten sich weit über die Impfstellen verbreitet und konnten auch an nicht beimpften Stellen mit der Oese des Platindrahtes aufgenommen und in Gelatinekulturen nachgewiesen werden. Daraus geht hervor, dass auf zersetzten Fetten Mikroorganismen wohl zu leben vermögen. Andererseits ist aber ein „Zuviel" von freier Fettsäure auch wieder vom Uebel, denn auf ranzigem Palmkernöl, von welchem 5,0 gr 60 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge zur Neutralisation verbrauchten, wuchsen nicht einmal Schimmelpilze.

Schlussbetrachtung.

Wie aus der im Anfange der Arbeit gegebenen geschichtlichen Zusammenstellung hervorgeht, hielt man schon im Jahre 1795 (A. Scherer) die Luft und spezieller ausgedrückt den Sauerstoff der Luft für die Ursache des Ranzigwerdens der Fette. Liebig und Löwig führen das Ranzigwerden der Fette auf Fermentwirkung beigemengter, fremder, stickstoffhaltiger Stoffe zurück, und von Berthelot wurde Feuchtigkeit als Hauptfaktor genannt; durch Feuchtigkeit der Luft würde Fett ebenso in Fettsäure und Glycerin gespalten wie beim Erhitzen mit Wasser im zugeschmolzenen Rohre; diese Ansicht hatte bis in dieneueste Zeit viele Anhänger (Beilstein); aber als in Folge der Fortschritte der Bakteriologie manche auf einer Oxydation durch den Luft-Sauerstoff beruhende Vorgänge, auf den Lebensprozess von Mikroorganismen zurückgeführt wurden, da neigte man sich der Meinung zu, dass auch das Ranzigwerden der Fette durch Mikroorganismen hervorgerufen würde (Schaedler, Benedict). Dieser Ansicht wurde in neuester Zeit von französischer Seite (Duclaux) wieder die Ansicht entgegengestellt, das Ranzigwerden sei nur ein Oxydationsprozess ohne Mitwirkung von Mikroorganismen. Die dieser Ansicht etwa zu Grunde liegenden Versuche sind mir nicht bekannt. Für die Mitwirkung von Bakterien sind andererseits einige, vermeintliche Beweise erbracht worden. Während Escherich, F. Müller, E. Lüdy, R. Virchow das

Ranzigwerden, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch hauptsächlich durch Mikroorganismen verursacht glauben, zieht A. Gottstein eine engere Grenze und behauptet, nur anaërobe Bakterien vermöchten Fett ranzig zu machen und seien die Ursache des Ranzigwerdens. Er sieht den Beweis für seine Ansicht einestheils darin, dass er in tieferen Schichten von ranzigem Fett anaërobe Mikroorganismen gefunden hat, und ferner darin, dass Fett für Mikroorganismen permeabel sei. Diesen Ansichten muss entgegengehalten werden, dass einfache Anwesenheit von Mikroorganismen doch kein Beweis für den ursächlichen Zusammenhang dieser mit dem Ranzigwerden der Fette ist. Was die Permeabilität der Fette für Mikroorganismen betrifft, so ist die Begründung, welche Gottstein für seine Ansicht aufführt, auch wenig stichhaltig. Gottstein sieht den Beweis der Permeabilität des Fettes für Bakterien dadurch als erbracht an, dass sterile Gelatine, auf welche $^1/_2$ bis $^1/_1$ cm hoch Schweinefett aufgegossen war nach dem Bestreuen des letzteren mit Gartenerde sich nach 2 bis 3 Tagen verflüssigt hatte, dass demnach gewisse Mikroorganismen durch das Fett durchgewandert seien. Man ersieht leicht, dass dieser Versuch ebenfalls nicht beweisend ist, denn man weiss doch, dass Schweinefett beim Erkalten sich contrahirt und namentlich, wenn es nicht umgerührt war, Sprünge und Risse erhält; durch diese Risse ist es den Bakterien leicht, zu der unter dem Fette befindlichen Gelatine zu kommen. Ich habe die Versuche Gottsteins wiederholt und auf sterile Nährgelatine, welche in Eis stehend ganz erkaltet war, halb erkaltetes, eines Schweinefett aufgegossen. Die Fettschichten wurden in verschiedenen Höhen hergestellt, (0,3, 0,40, 0,5, 1,0 und 1,5 cm hoch). Die Gelatine wurde vor dem Aufgiessen des Fettes in Eis gekühlt, damit sie durch Aufgiessen des Schweinefettes sich nicht verflüssige und nicht mit diesem gemischt würde. Nach dem Erstarren des Schweinefettes wurde die Oberfläche in den Reagenzgläschen mit sehr bakterienreicher Gartenerde bestreut und bei Seite gestellt. Weder nach 2 bis

5 Tagen, noch nach 5 Monaten waren in irgend einem der Versuche Bakterien durch das Fett, welches doch nur in Schichten von 0,3 bis 1,5 cm Höhe auf der Gelatine aufgeschichtet war, hindurchgewandert. Es stehen meine Versuche also in schroffem Widerspruche zu denen Gottsteins. Es wäre nur die Erklärung zulässig, dass in der Gartenerde, welche Gottstein verwendete, eine besondere Art von Bakterien enthalten war, die sich nicht in der von mir verwandten Gartenerde vorfand. Diese Annahme ist, wenn auch möglich, so doch nicht wahrscheinlich, viel eher lässt sich annehmen, dass entweder in dem erkalteten Fette Risse waren, durch welche die Bakterien wanderten, oder aber, was sehr nahe liegt, dass in Gottsteins Versuchen beim Aufgiessen des Fettes auf die Gelatine sich etwas von Letzterer verflüssigte und sich mit dem Schweinefett gemischt hatte. In der mit dem Schweinefett vermischten Gelatine fanden dann die Bakterien einen günstigen Nährboden und den Weg in die unter dem Fette befindliche Gelatine zu gelangen. Auf diese Art könnte die von Gottstein gefundene Permeabilität des Fettes für Mikroorganismen zu erklären sein.

Die Resultate

meiner experimentellen Untersuchungen und Beobachtungen stelle ich in folgenden Sätzen zusammen:

1. Das Ranzigwerden von reinem Schweinefett wird nicht durch Bakterien, weder aërobe noch anaërobe verursacht, denn in reinem Fette sterben die zugeimpften aëroben und anaëroben Bakterien ab; das Fett behält, vor Licht und Luft geschützt aufbewahrt, vollkommen seinen Geschmack und Geruch und zeigt keine Säurezunahme.

2. Fermentwirkung ist ebenfalls nicht anzunehmen, da steriles Fett, welches mehrere Stunden auf 140° erhitzt

war, — einer Temperatur, bei welcher erfahrungsgemäss alle auch nicht organisirten Fermente zerstört werden, — im geschlossenen Gefässe unter Einwirkung von Licht und Sauerstoff oder Luft ranzig wird.

3. Feuchtigkeit ist ebenfalls kein nothwendiger Faktor beim Ranzigwerden der Fette, denn grade von Feuchtigkeit befreites Fett wurde unter Lichtwirkung noch intensiver ranzig, als mit Feuchtigkeit beladenes Fett.

4. Das Ranzigwerden reinen Fettes ist ein direkter Oxydationsprozess, durch den Sauerstoff der Luft bedingt. Dieser Prozess verläuft um so rascher, je grösser die Intensität der gleichzeitigen Lichteinwirkung ist.

5. Sauerstoff wird (im Gegensatz zur Kohlensäure) unter Ausschluss des Lichtes von dem Fette garnicht aufgenommen und vermag es auch nicht ranzig zu machen.

6. Dem Licht allein fehlt bei Abwesenheit von Luft, resp. Sauerstoff das Vermögen Fett ranzig zu machen.

7. Im Dunkeln auch bei Luftzutritt wurde reines Schweinefett innerhalb von 2 Monaten nicht ranzig. Da aber aus den Versuchen mit Kohlensäure hervorgeht, dass dieselbe auf Fett einen gewissen Einfluss hat, so ist wohl anzunehmen, dass die Kohlensäure der Luft im Dunkeln ebenso auf einen Theil des Fettes einwirkt, wie die reine Kohlensäure bei den ausgeführten Versuchen, natürlich in viel schwächerem Maasse.

8. Kohlensäure wird von Fett, sowohl im Dunkeln, als auch im Lichte absorbirt, aber nur in relativ kleinen Mengen. Das Fett wird durch Einwirkung der Kohlensäure nicht ranzig, sondern erhält einen talgigen Geschmack.

9. Stickstoff und Wasserstoff verhalten sich im Lichte und im Dunkeln gegen Fett indifferent.

10. Schmelzbutter, also Butterfett, welches von Wasser und stickstoffhaltigen Stoffen (Casein) befreit ist, verhält sich genau so wie reines Schweinefett.

11. Auf ranzigen Fetten vermögen aërobe und anaërobe Bakterien zu leben, aber sie können nicht darauf

leben, wenn in den ranzigen Fetten zu viel freie Fettsäure enthalten ist. (wie z. B. bei ranzigem Palmöl).

12. Für die Praxis ergiebt sich als Folgerung aus meinen Untersuchungen, dass zur Verhütung des Ranzigwerdens der Fette als erste Bedingung absoluter Luftabschluss nothwendig ist. Wenn dieser Anforderung genügt ist, so ist es einerlei, ob die Fette dem Lichte ausgesetzt sind oder nicht.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche naturwissenschaftliche Abhandlungen.

→ Heft 15. ←

Die

Urvierfüssler (Eotetrapoda)

des

Sächsischen Rothliegenden.

Von

Prof. Dr. Hermann Credner
in Leipzig.

Mit vielen Abbildungen.

Sonder-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift"
Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1891.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Hand in Hand mit der Erforschung unserer Ländergebiete geht die Entdeckung bis dahin ungekannter Fossilreste, von welchen die einen die an Lücken noch reichen Entwicklungsreihen ihrer Stämme dichter und dichter zu schliessen helfen, während andere die bisher angenommene Ursprungszeit der durch sie repräsentirten Thier- und Pflanzentypen in früher ungeahnt weite Ferne nach rückwärts verschieben. Vereinigt findet sich diese zwiefache Bedeutung in derjenigen formenreichen Vergesellschaftung kaltblütiger Vierfüssler, deren Skelette im Laufe der letzten 10 Jahre aus einem unterirdischen Kalkwerke bei Nieder-Hässlich im Plauenschen Grunde bei Dresden in überraschend grosser Zahl zu Tage gefördert wurden.

Sie sind zwar bereits der Gegenstand der ausführlichsten Beschreibung und detaillirter bildlicher Wiedergabe gewesen, die ihren Abschluss auch heute noch nicht gefunden haben,*) — wegen ihrer grossen entwicklungsgeschichtlichen Tragweite verdienen sie jedoch sicherlich die Aufmerksamkeit auch weiterer als rein paläontologischer Fachkreise. An diese richtet sich die folgende zusammenfassende Darstellung.

---

*) Hermann Credner. Die Stegocephalen und Saurier aus dem Rothliegenden des Plauenschen Grundes bei Dresden. Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft, I. Theil: 1881 S. 298. — II. Theil: 1881 S. 574. — III. Theil 1882 S. 213. — IV. Theil: 1883 S. 275. — V. Theil: 1885 S. 694. — VI. Theil: 1886 S. 576. — VII. Theil 1888 S. 488. — VIII. Theil: 1889 S. 319. — IX. Theil 1890 S. 240; sowie: Herm. Credner, Stegocephalen des Rothliegenden. Zwei Wandtafeln, nebst Erläuterungen. Leipzig, W. Engelmann, 1888. — Ferner: H. B. Geinitz und J. V. Deichmüller, Nachträge zur Dyas II und III. Kassel 1882 und 1884.

I. Geologische Stellung und Altersverhältnisse der Kalksteinflötze von Nieder-Hässlich.

Die Kalksteinflötze von Nieder-Hässlich, welche als Fundlagerstätte einer ausserordentlich formen- und individuenreichen Wirbelthierfauna neuerdings eine so grosse paläontologische Bedeutung erlangt haben, gehören dem mittleren Rothliegenden des Döhlener Beckens oder des Plauenschen Grundes südwestlich von Dresden an.

Das Döhlener Becken bildet die Ausfüllung einer ursprünglich bis etwa 500 m tiefen, langgezogen trogförmigen Einsenkung, welche sich von SO. nach SW., also parallel dem jetzigen Elbthale, mit einer Maximalbreite von nicht ganz einer Meile in einer ungefähren Länge von 3 Meilen aus der Gegend von Maxen über Potschappel bis nach Wilsdruff erstreckte. Die nordöstliche Flanke dieser Mulde wird wesentlich von Syenit und nur nahe ihrem südlichen Ende von metamorphischen Schichten, — der Boden derselben vorzugsweise von cambrischen und untersilurischen Schiefern, — ihre südliche Böschung von Gneissen gebildet.

Das Alter dieser Thalsenke zwischen Elbthalgebirge und Erzgebirge ist ein sehr hohes, denn schon im Laufe der zweiten Hälfte des paläozoischen Zeitalters wurde dieselbe und zwar vorzugsweise durch Absätze der von den beiderseitigen Gebirgen herabstürzenden Bergströme wieder ausgefüllt. Das Material, welches letztere herbeibrachten und welches sie theils zu flachgeböschten, sich weit vorschiebenden und allmählich mit einander verwachsenden

Schuttkegeln aufstauten, theils auf dem Thalboden schichtenartig ausbreiteten, bestand vorwiegend aus grobem Geröll und Gesteinsschutt, Kies, Sand und Schlamm, welche später zu Bänken und Schichten von Conglomeraten, Sandsteinen und Schieferletten erhärteten.

Gleichzeitig und zwar namentlich in der ersten Hälfte dieses Ausfüllungsprozesses vollzogen sich ziemlich ausgedehnte Anhäufungen von pflanzlichen Massen, welche z. Th. ebenfalls von den mit riesigen Farnen, Calamiten und Araucarien bedeckten Berglehnen, vorzüglich der nordöstlich vorliegenden Syenitlandschaft herabgeschwemmt wurden, zum Theil aus dem üppigen Wachsthum dieser Pflanzen an Ort und Stelle, also auf dem von Feuchtigkeit durchtränkten Boden der Döhlener Mulde selbst hervorgingen. Sie sind es, die sich im Laufe der Zeit zu jenen Steinkohlenflötzen umgeformt haben, welche jetzt den Gegenstand des Bergbaues von Zauckeroda, Burgk, Hänichen und Windberg bilden.

Während eines etwas späteren Abschnittes innerhalb dieser Reihe von gesteinsbildenden, die alte Einsenkung allmählich ausfüllenden Vorgängen haben sich einströmende, schwach kalkhaltige Gewässer zu flachen, seeartigen Tümpeln ausgebreitet, aus deren Niederschlägen ein dichter, z. Th. sehr regelmässig geschichteter Kalkstein hervorging. Diese stehenden Wasser waren der Aufenthaltsort zahlloser Larven der amphibienhaften Zugehörigen jener reichen Fauna, die uns beschäftigen soll. Der Zartheit und Weichheit des sich dort absetzenden Kalkschlammes verdanken wir die bis in's Kleinste gehende Erhaltung jener jugendlichen Lurche. Ihnen gesellen sich die Skelette der das umliegende Land bewohnenden reifen Individuen, sowie einiger mit diesen vergesellschafteter reptilienartiger Geschöpfe bei, deren Leichname von den fliessenden Gewässern in diese Tümpel eingeschwemmt wurden.

Doch auch vulkanische Ereignisse griffen ein. So fand schon unmittelbar vor Ablagerung aller dieser Sedimente die Eruption einer porphyritischen Lava statt, welche sich in Form eines deckenförmigen Ergusses auf dem Grundgebirge ausbreitete und nament-

lich in dem nordwestlichen Muldentheile, also zwischen Potschappel und Wilsdruff, als „Potschappeler Hornblende-Porphyrit" zur Basis der nun folgenden Schichten wurde. Zwar bestehen auch mächtige Komplexe der letzteren, nämlich die zwischengelagerten Porphyrtuffe, -breccien und -conglomerate aus vulkanischem Material, jedoch entstammt dasselbe entfernter liegenden Eruptionsstellen und verdankt theils den dort ausgeschleuderten vulkanischen Aschen und Sanden seinen Ursprung, theils ist es aus der Zerstörung von Porphyrgängen und -decken der Nachbargebiete hervorgegangen und dann auf gleiche Weise wie der Schutt der Syenite und Gneisse durch die Bergströme hierher transportirt und zum Absatz gebracht worden. Nur ganz zuletzt, als die Ausfüllung des Döhlener Muldentroges bereits abgeschlossen war, breitete sich auf den obersten der Beckenschichten derjenige Porphyrerguss aus, welcher heute z. B. den Gipfel des Wachtelberges, östlich von Tharandt, krönt.

Aus der Summe aller dieser mannigfaltigen gesteinsbildenden Vorgänge, nämlich: mechanischer Transport und Absatz von Gesteinsschutt durch die aus den beiderseitigen Gebirgen heraustretenden Bergströme, — vulkanische Eruptionen, — direkte Abscheidung von Süsswasserkalk aus stehenden Gewässern, endlich Anhäufung und Verkohlung pflanzlicher Massen, resultirte das die Döhlener Thalmulde ausfüllende Becken.

Die das letztere aufbauende paläontologisch wie petrographisch eng verknüpfte Gesteinsreihe gliedert sich, von unten nach oben aufgezählt, wie folgt:*)

a) Steinkohlengebirge des unteren Rothliegenden. Die Schieferthone und Sandsteine mit Calamites Cisti

---

*) C. F. Naumann. Geogn. Beschreibung des Königreichs Sachsen. V. 1845, S. 235 u. f. — H. B. Geinitz. Geogr. Darstellung der Steinkohlenformation in Sachsen. 1856, S. 52 u. f. — Geolog. Landesuntersuchung: R. Beck u. K. Dalmer 1889. — Ueber die Floren des Döhlener Beckens siehe: T. Sterzel. Erläuterungen zu Sektion Stollberg-Lugau. 1881, S. 157 u. f., ferner „Zeitschr. der Deutschen geolog. Gesellschaft". 1881, S. 339 u. f., sowie dessen: Flora des Döhlener Rothliegenden-Beckens (in Publikation begriffen).

Brongn., Calamites major **Weiss**, Calamites striatus **Cott.**, Calamites infractus **Gutb.**, Annularia stellata **Schloth.**, Sphenophyllum oblongifolium **Germ.**, Callipteris praelongata **Weiss**, Odontopteris obtusa **Brongn.**, Pecopteris arborescens **Schloth.**, Psaronius infarctus **Ung.**, Walchia piniformis **Schloth.**, Cordaites principalis **Germ.** u. a., also mit einer carbonisch-permischen Mischflora.

1. Deckenerguss des Potschappeler Hornblende-Porphyrites (local von Tuffen unterlagert).

2. Bald graue, bald röthliche Conglomerate, Sandsteine und Schieferthone, sowie Thonsteine; im mittleren Horizonte Kohlensandsteine mit drei Steinkohlenflötzen.

b) Mittleres Rothliegendes. Die Schieferthone und Thonsteine mit Calamites gigas **Brongn.**, Annularia stellata **Schloth.**, Scolecopteris elegans **Zenk.**, Callipteris conferta **Sternb.**, Psaronius helmintholithus **Cott.**, Cordaites principalis **Germ.**, Walchia piniformis **Schloth.**, Araucarioxylon u. a. Die Kalksteinflötze mit Archegosaurus Decheni **Goldf.**, Branchiosaurus amblystomus **Cred.**, Pelosaurus laticeps **Cred.** u. a.

3. Oft bunte helle Schieferletten mit Einlagerungen von lichten Sandsteinen und groben Arkosen, sowie von Thonstein; bei Schweinsdorf mit einer Bank von schwarzgestreiftem Hornstein, sowie einem schwachen Flötze unreiner Steinkohle, ferner mit zwei Kalksteinflötzen, diese bei Nieder-Hässlich reich an Stegocephalen.

4. Mächtige Conglomerate voll grosser Gneiss- und Porphyrgerölle, zum Theil locker und schüttig; local mit röthlich geflammten hellen Sandsteinbänken; Breccientuffe, verknüpft mit dichten Porphyrtuffen (Thonsteinen).

5. Deckenerguss des Hänichener und Wachtelberger Porphyrs.

Das geologische Alter des die Nieder-Hässlicher Stegocephalen - Kalksteinflötze einschliessenden Schichtenkomplexes und somit auch der letzteren selbst

ist durch die oben aufgezählten organischen Reste genau fixirt. Sie erweisen sich als der mittleren Stufe des Unteren Perms zugehörig, entstammen also einem der letzten Abschnitte des paläozoischen Zeitalters und entsprechen den Lebacher Schichten des Saar-Rheingebietes, sowie dem Mittelrothliegenden von Braunau und Wünschendorf in Böhmen und Schlesien. Bei der nach dem bisherigen Stande unserer Kenntniss von den Lebewelten der geologischen Vorzeit geradezu überraschenden Formenfülle von Quadrupeden, wie sie aus den Kalksteinen des Döhlener Beckens auferstanden ist, erschien es nothwendig, deren paläozoisches Alter durch die obigen geologischen Darlegungen ausser jeden Zweifel zu setzen.

II. Spezielle Verbandverhältnisse und Zusammensetzung der Kalksteinflötze; ihre Wirbelthierfauna und deren Erhaltungszustand.

Die beiden oben mit Bezug auf ihre allgemeinen geologischen Verhältnisse beschriebenen Flötze von Rothliegend-Kalk unterteufen zwar den weithin sichtbaren, steilabstürzenden Erosionsrücken des Windberges bei Nieder-Hässlich in seiner ganzen Ausdehnung, streichen aber an dessen Sockel nur an einer einzigen Stelle, nämlich am Steilufer der Weisseritz, nahe beim Augustaschachte, direkt zu Tage aus und sind im Uebrigen an ihrem Ausgehenden überall von dem die gesammten Gehänge bekleidenden lössartigen Lehm überzogen. Auch ist ihre Mächtigkeit eine viel zu geringe, als dass sie sich topographisch bemerkbar machten, und nur diejenige des unteren Flötzes eine solche, dass sie den Abbau desselben einigermassen lohnt. Letzterer ist ein unterirdischer, wird durch einen im östlichen Theil von Nieder-Hässlich bei Deuben angesetzten Stollen vermittelt und gewährt das in beistehendem Profil (Fig. 1) wiedergegebene Bild des kalksteinführenden Schichtenkomplexes. Die vorherrschenden Gesteine des letzteren sind röthliche oder lichtgraue Schieferletten (*l*), in welche zwei Bänke von Sandstein (*s*) eingelagert sind. Direkt unter der oberen derselben, nur durch eine dünne Schicht fetten Lettens getrennt, liegt das obere oder wilde Kalksteinflötz (*ko*), von nur 0,3 bis 0,5 m Mächtigkeit und deshalb technisch nicht verwerthbar. Dasselbe setzt sich aus lauter dünnen Einzellagen zusammen, auf deren Flächen die zierlichsten und schärfsten Abdrücke von Branchiosaurus-Larven aller Grössen sehr häufig

zu sein pflegen. Reste von reifen Individuen und anderen Stegocephalen hingegen sind hier ausserordentlich selten. Darunter folgen 5 m erst röthlicher, dann weisslich grauer Schieferletten, eine zweite Bank von grauem Sandstein (0,5 Meter), nochmals ein lichtgrauer, sandiger Letten (1 m) und endlich das untere oder Hauptkalksteinflötz. Dasselbe baut sich, trotz seiner verhältnissmässig geringen Mächtigkeit von wenig mehr als 1 Meter, ziemlich komplizirt auf. Seine oberste 0,05 Meter starke Lage, dort Brenzel genannt, besteht aus einem unreinen mergeligen Kalkstein mit brodlaibartigen Linsen von dichtem, splitterigem Kalkstein. Durch einen schwachen Besteg von bunten Letten getrennt, folgt zunächst eine kaum 5 cm starke Lage von dunklem Stinkkalk und dann der sich in 4 Bänke gliedernde eigentliche Flötzkörper von 0,75 bis 1 Meter Mächtigkeit. Der ihn zusammensetzende Kalkstein ist von grauer Farbe, gleichmässig dicht, auf dem Bruche splitterig bis muschelig, oft dünnschichtig und ebenplattig. Er ist es, welcher sich als Hauptfundstätte zahlreicher Reste vieler Quadrupeden-Arten offenbart, die sich jedoch nicht gleichmässig auf seine ganze Mächtigkeit vertheilen, sondern sich vielmehr vorzüglich auf die Schichtenflächen

Fig. 1.

Profil der Flötze von Stegocephalen-Kalkstein im Mittelrothliegenden von Nieder-Hässlich.

l = Schieferletten. — *s* = Sandstein. *ko* = oberes Kalksteinflötz. — *hk* = unteres oder Hauptkalksteinflötz.

der mittleren Lagen konzentriren. Waltet auch hier überall die Brut von Branchiosaurus amblystomus vor allen Anderen bei Weitem vor, so kommen doch neben diesen auch die reifen Formen dieses Lurches, sowie die übrigen Vierfüssler der nieder-hässlicher Fauna zur reichlichen Entfaltung.

Aus den die beiden Kalkflötze trennenden Letten ist nur ein einziges Skelett und zwar das eines Reptils (Kadaliosaurus) bekannt und gerettet worden.

Ueber den Bestand der nieder-hässlicher Quadrupedenfauna giebt die folgende Zusammenstellung eine nackte systematische Uebersicht, welche in späteren Abschnitten ihre ausführliche Erörterung finden wird.

Systematische Uebersicht über die Vierfüsslerfauna aus dem Mittelrothliegenden des Plauenschen Grundes bei Dresden.

Eotetrapoda (Urvierfüssler).

Mischformen von sehr primitivem und allgemein gehaltenem Habitus, in welchem sich Züge der heutigen Amphibien und Reptilien vereinen, nie aber zum reinen Ausdrucke gelangen.

I. Stegocephala (Schuppenlurche). Eotetrapoda mit vorwiegendem Amphibiencharakter, salamanderähnlich.

a) Phyllospondyli (Blattwirbler). Rückenmark vom oberen Bogen, die Chorda nur ventral von zwei zarten Knochenblättern (wohl Intercentren) bedeckt.

1. Branchiosaurus amblystomus Cred.
2. Pelosaurus laticeps Cred.
3. Melanerpeton pulcherrimum Fritsch.
4. ? Acanthostoma vorax Cred.

b) Temnospondyli (Rhachitomi, Kranzwirbler). Rückenmark vom oberen Bogen, die Chorda von zwei seitlichen Knochenplatten (den Pleurocentren) und einer ventralen Platte (dem Intercentrum) bedeckt.

5. Archegosaurus Decheni Goldf.
6. Discosaurus permianus Cred.
7. Sclerocephalus labyrinthicus Gein. sp. Cred. emend.
8. Sparagmites arciger Cred.

c) Lepospondyli (Hülsenwirbler). Rückenmark vom oberen Bogen, Chorda von einer einheitlichen, ringsgeschlossenen, sanduhrförmigen Hülse (dem Centrum) umgeben.

9. Hylonomus Geinitzi Cred.
10. Petrobates truncatus Cred.

II. Proganosauria. Eotetrapoda mit in den Vordergrund tretendem Reptiliencharakter; rhynchocephalenartig, jedoch von noch primitiverem und generalisirterem Gepräge.

a) Palaeohatteridae.

11. Palaeohatteria longicaudata Cred.

b) Kadaliosauridae.

12. Kadaliosaurus priscus Cred.

Bereits aus dieser Zusammenstellung wird einerseits ersichtlich, dass sich die nieder-hässlicher Rothliegend-Fauna nicht nur aus amphibienartigen Stegocephalen, sondern auch aus reptilienartigen Geschöpfen, nämlich Proganosauriern, zusammensetzt, anderseits aber auch, dass erstere über letztere mit Bezug auf ihre Formenmannigfaltigkeit beträchtlich dominiren. Die Oberherrschaft derselben erscheint jedoch erst in ihrem wahren Lichte, sobald man die Zahl der Individuen, durch welche jede der beiden Ordnungen vertreten ist, in Betracht zieht. Von Branchiosaurus und seinen Larven liegen die Reste von mehreren Tausend Exemplaren vor — gewiss über hundert von Pelosaurus — einige Dutzend von Archegosaurus, und wenn auch im Vergleiche mit dieser Individuenfülle Melanerpeton, Discosaurus, Acanthostoma, Petrobates und Hylonomus viel seltener sind, so gilt dies doch in fast noch höherem Masse von den Vertretern der Proganosaurier. Von Palaeohatteria sind zwar die Reste von 16 Exemplaren bekannt, — von Kadaliosaurus dagegen ist nur die Hälfte eines einzigen Skelettes überliefert.

Ausser von Vierfüsslern ist auffallender Weise in dem Rothliegend-Kalkstein von Nieder-Hässlich kaum ein anderer thierischer Rest angetroffen worden, — keine Ganoidfische, wie sie bei Lebach, Braunau und Wünschendorf die Stegocephalen begleiten, — keine Estherien,

wie sie die Brandschiefer von Oschatz bedecken, — keine Süsswasserschnecken, wie sie die gleichalterigen Kalksteinbänke von Zwickau erfüllen, — nur vereinzelte, eingeschwemmte, jetzt verkohlte Fetzen von Annularia longifolia, Walchia piniformis, Cordaitenblättern und Calamitenschäften sind die Begleiter der zahllosen Skelette von Vierfüsslern, welche jener Süsswasserkalk birgt.

Es ist dies um so auffallender, als es die Bezahnung der letzteren zweifellos macht, dass sie insgesammt Raubthiere waren. Ueber die Art ihrer thierischen Beute geben uns vereinzelt vorkommende Coprolithen Aufschluss. Dieselben besitzen nicht die Gestalt länglich ovaler fester Ballen, wie z. B. diejenigen der Ichthyosaurier, sondern sind jedenfalls aus weniger konsistenten Entleerungen hervorgegangen und haben sich in Folge dessen mehr fladenartig auf dem Kalkschlamme ausgebreitet, so dass sie jetzt als rundliche, aber unregelmässig umrandete Flecken auf den Schichtflächen des Kalksteines zum Vorschein kommen. Schon mit blossem Auge erkennt man, dass sie sich wesentlich aus Knochenfragmenten zusammensetzen, zwischen welchen einzelne unversehrte Skelettelemente, so Phalangen und Wirbelhülsen kleiner Stegocephalen, stecken. Bei Anwendung von Lupe und Mikroskop ergiebt sich, dass auch fast die gesammte Grundmasse dieser Exkremente aus minimalen Zerkleinerungsprodukten von Stegocephalen-Skelettheilen besteht. Nach Auslaugung derselben mit Salzsäure bleibt ein schwammig-löcheriges, eisenschüssiges Residium zurück. Diese Befunde beweisen, dass die Nahrung der grösseren Schuppenlurche ausschliesslich aus kleineren Individuen ihrer Verwandtschaft bestanden hat. Unerklärt aber bleibt die Ernährungs weise der kleineren Stegocephalenarten und deren Larven, welche, trotzdem sie ihren grösseren Stammesgenossen zum Frasse dienten, noch immer in zahllosen Schaaren jene Wasser und Sümpfe belebten. Von Crustaceen, also Muschelkrebsen, Phyllopoden und Flohkrebsen ist nirgends, weder im Kalkstein selbst, noch in den oben beschriebenen Exkrementen eine Spur anzutreffen, so dass man sich genöthigt sieht, unbekannte, weil durchaus nicht erhaltungs-

fähige Würmer als Nahrungsmittel der kleineren Stegocephalen in Anspruch zu nehmen.

Das Mass der Erhaltung der überlieferten Quadrupedenreste hängt zunächst davon ab, ob die Thiere jene Tümpel thatsächlich bewohnt haben, oder ob sie erst nach ihrem Tode in die kalkabsetzenden Wasserlachen eingeschwemmt worden sind. Ersteres gilt mit Bestimmtheit von der gerade so wie die Larven unserer Lurche mit Kiemen athmenden Brut der Stegocephalen, welche in kaum glaublicher Individuenzahl vom Kalkschlamme eingeschlossen worden ist. Gar oft geschah dies genau in der Stellung, welche die Thierchen im Leben einnahmen. Gerade wie man heute auf dem Schlammboden einer von der Sonne durchstrahlten Wasserlache Dutzende von Tritonen und ihren Larven mit ausgestreckten Gliedmassen sitzen sieht, sind uns auch die Larven der Branchiosauren aus unabschätzbar weit hinter uns zurückliegenden Zeitaltern überliefert worden. Kreuz und quer sitzen sie, gross und klein durcheinander, auf den Kalksteinflächen, die Zehen der Extremitäten über den Boden ausgespreitzt, den Kopf gerade nach vorn gestreckt, den Ruderschwanz schräg auf die Seite gelegt — nur sind die gesammten Skeletttheile durch den Druck des sich über ihnen anhäufenden Kalkschlammes alle in eine Ebene gepresst und oft papierdünn zusammengedrückt worden.

Auch die reifen Branchiosauren findet man nicht selten in der gleichen, dem Leben entsprechenden Stellung, doch sind zerstückelte und verschobene Skelette fast noch häufiger. Augenscheinlich schweiften diese Molche auf den benachbarten steinigen, mit Calamiten und Baumfarnen bewachsenen Inundationsflächen umher, um nur zeitweilig ihren Aufenthalt in den Wassertümpeln selbst zu nehmen.

Dahingegen sind von Melanerpeton und Pelosaurus, sowie von dem im Vergleiche mit beiden riesigen Archegosaurus nur selten zusammenhängende vollständige Skelette, meist vielmehr nur isolirte Knochenpartien von grösserem oder geringerem Umfange überliefert. Oft sind die Schädel vollständig vom Rumpfe

getrennt, auch die Extremitäten, der Schultergürtel oder der Schwanz losgelöst und gegen die Rumpfwirbelsäule stark verschoben, oder in ihre einzelnen Elemente zertheilt, ja gänzlich vernichtet worden.

Gleiches gilt von den Palaeohatterien und dem gewaltigen mehr als einen Meter langen Sclerocephalus. Im Gegensatze zu den Jugendformen von Branchiosaurus erhält man hier überall den Eindruck, als ob die sämmtlichen übrigen Vierfüssler vorzugsweise Bewohner des steinigen und sumpfigen Nachbarlandes gewesen wären und grösstentheils erst nach ihrem Tode im Zustande bereits stark fortgeschrittener Verwesung in die Tümpel eingeschwemmt worden seien. Zur Zerstücklung ihrer Leichname und zur Verschleppung einzelner Theile derselben mag auch das Spiel der Wellen und die Beutegier der unzähligen jene Wasser bewohnenden Larven beigetragen haben.

Was nun den eigentlichen Erhaltungszustand der in grösserer oder geringerer Vollständigkeit überlieferten Individuen betrifft, so sind naturgemäss selbst alle Knorpeltheile durchaus verschwunden und allein die knöchernen Stücke erhalten geblieben. Dies jedoch erstreckt sich bis auf die zartesten Elemente, so auf die letzten Zehenglieder kleinster, kaum 40 bis 50 mm langer Molche, auf die nur mit der Lupe deutlich erkennbaren Strähnen von Kiemenbogenzähnchen, auf die zartesten Schüppchen des Bauchpanzers. Die horizontal liegenden, in eine Ebene gepressten Skelette pflegen an ihrer Unterseite mit der Gesteinsfläche, an ihrer Oberseite mit der Unterfläche der nächsten Gesteinsschicht verwachsen zu sein. Beim Auseinanderschlagen zweier solcher Platten zerreisst deshalb das Skelett oft in zwei vollständig gleich aussehende durch einen horizontalen Schnitt getrennte Hälften.

Meist haben diese Knochen auch ihre innere Struktur bewahrt, wie sie sich am auffälligsten in den Deckknochen des Schädels verräth. Dieselben, an ihrer Oberfläche glatt oder mit grubig-warziger Skulptur versehen, weisen in ihrem Inneren eine ausserordentlich scharfe, jedesmal von einem centralen Ossificationspunkte

ausgehende, radial-strahlige Verknöcherungsstruktur auf, mit Hülfe deren man sich oft allein über die gegenseitige Abgrenzung der einzelnen Knochenplatten Klarheit verschaffen kann. Häufig jedoch sind an Stelle der ursprünglichen Knochensubstanz feinfaserige Aggregate von Kalk getreten, welche bei Berührung mit Feuchtigkeit herausfallen, oder bereits in der Fundlagerstätte selbst durch die circulirenden Gewässer herausgelaugt worden sind. In solchen Fällen resultiren Abdrücke der Skelette und deren Einzeltheile, welche aus dem Grunde oft werthvoller sind, als die eigentlichen Knochen selbst, weil sie statt deren auf der Gesteinsfläche zum Vorschein kommenden Längsschnitte das oft ausserordentlich scharfe Negativ der ersteren geben, also deren Wölbung, Skulpturen und Fortsätze entweder direkt oder mit Hülfe von Guttaperchaabdrücken offenbaren. Geht jedoch die auflösende Thätigkeit der Sickerwasser noch weiter und ergreift auch den an die Thierreste angrenzenden Kalkstein, so verschwindet schliesslich fast jede Andeutung der ursprünglichen Versteinerungsführung und schimmel- oder dendritenartige Ausblühungen von Kalk inkrustiren die Schicht- und Kluftflächen. Derartige ungünstige Verhältnisse herrschen in allen von Sprüngen und Verschiebungen besonders heimgesuchten und dadurch den Wassern leicht zugängigen Theilen der Kalksteinflötze, welche deshalb jede paläontologische Ernte versagen.

Sehr gewöhnlich sind die wohlerhaltenen Skelette der nieder-hässlicher Stegocephalen silhouettenartig mit einem zarten Hauch von rothem Eisenoxyd oder von rostbraunem Eisenhydroxyd umrahmt, in welchem sich nicht selten die ursprünglichen Umrisse des Thieres wiederspiegeln. Dann heben sich die Skelette in fast schneeigem Weiss wie die schärfsten und zierlichsten Zeichnungen von dem rothen oder braunen Untergrunde ab, der wiederum ebenso grell von der mattgrauen Gesteinsfläche absticht.

III. Vergleichende anatomische Beschreibung der Urvierfüssler des nieder-hässlicher Rothliegenden.

1. Die Stegocephalen oder Schuppenlurche.

Die Stegocephalen sind, wie gesagt, amphibienartige Vierfüssler, haben also die Gestalt kleinster bis riesenhafter (75 mm bis 1 m langer) Molche, und durchlaufen ein Larvenstadium mit Kiemenathmung; die sämmtlichen Knochen ihres Schädels sind Deck-(Haut-)knochen; ihre Zähne sind kegelförmig, einspitzig, mit grosser Pulpa versehen und acrodont, d. h. nicht in Alveolen eingesenkt, sondern auf den zahntragenden Theil des Knochens aufgewachsen; ihre Rippen sind meist nur kurz und fast gerade; ihre Extremitätenknochen sind fast ausnahmslos Röhrenknochen mit knorpeligen, also nicht verknöcherten Gelenkenden; ihr Becken und mit diesem ihr hinteres Gliedmassenpaar wird von nur einem Sacralwirbel getragen. Neben solchen principiellen Uebereinstimmungen, welche ein inniges Verwandtschaftsverhältniss der Stegocephalen zu den Amphibien zweifellos machen, erhalten die ersteren durch den gleichzeitigen Besitz einer Anzahl einerseits primitiver, andererseits reptilienhafter Eigenschaften einen verschwommenen Gesammthabitus und haben bei Weitem noch nicht das scharfe Gepräge ihrer jetzt lebenden Verwandten, der Urodelen, der Schwanzlurche, erlangt. Die wichtigsten dieser für das Stegocephalenthum charakteristischen Züge sollen nun in allen

denjenigen Modifikationen, durch welche sie bei den verschiedenen nieder-hässlicher Geschlechtern zum Ausdrucke gelangen, in Folgendem einer vergleichenden Beschreibung unterworfen werden.

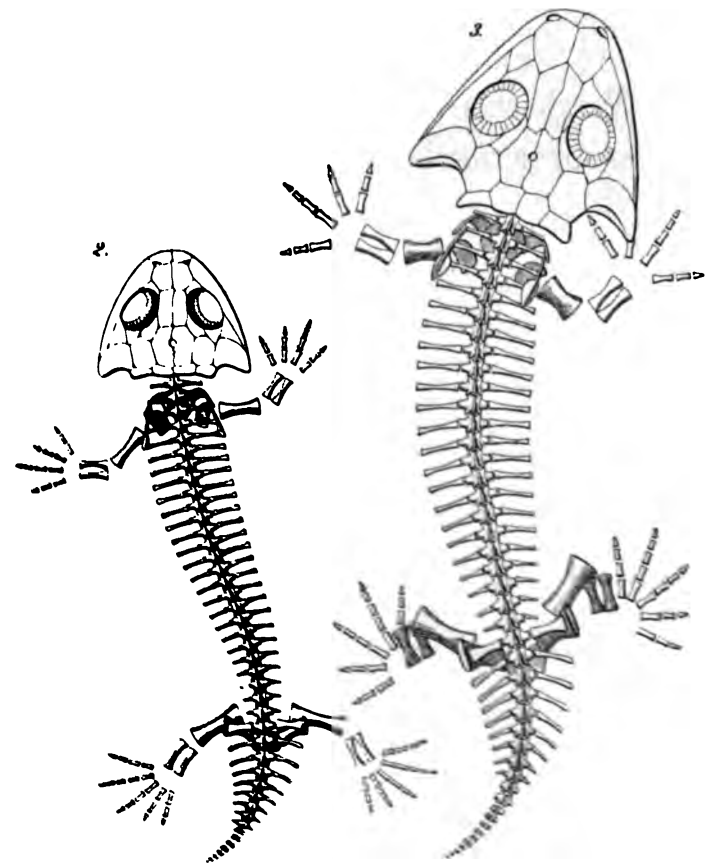


Fig. 2. Branchiosaurus amblystomus Cred.
Fig. 3. Pelosaurus laticeps Cred.
(Beide von oben, mit Hinweglassung des Bauchpanzers.)

Denken wir uns die Skelette der oben aufgezählten Stegocephalen wieder mit Fleisch und Haut bekleidet und sehen wir auf diese Urmolche von oben herab, wie sie auf dem schlammigen Boden der Tümpel sitzen oder auf dem Sumpflande dahinkriechen, so tritt uns bei der Mehrzahl derselben auf den ersten Blick die ungemeine

Kürze des Schwanzes fremdartig entgegen. Derselbe besitzt sowohl bei Branchiosaurus und Pelosaurus (Figur 2 u. 3), wie bei Acanthostoma und Melanerpeton eine in der That stummelhafte Gestalt: sehr breit und kräftig sich der Beckengegend anschliessend, spitzt er sich rasch und unvermittelt zu, um nur ein Viertel, höchstens ein Drittel der Rumpflänge zu erreichen. Ebenso auffällig aber wie die Form, gestaltet sich auch das Skelett des Schwanzes dadurch, dass die Mehrzahl, also die ersten 6 bis 8 seiner Wirbel, sehr kräftige, den vorderen Rumpfrippen an Grösse und Stärke kaum nachstehende Rippen tragen, wodurch der bereits durch seine Kürze bedingte stämmige, solide Eindruck des Schwanzes dieser Stegocephalen im Gegensatze zu dem langen, schlanken, fast rippenlosen Urodelenschwanz noch wesentlich erhöht wird.

Von Archegosaurus ist selbst an den zahlreichen Exemplaren, welche der Monographie H. von Meyer's zu Grunde liegen, der nach allen Anzeigen ebenfalls recht kurze Schwanz nirgends vollständig überliefert. Etwas beträchtlichere Länge weist der Schwanz von Hylonomus und von Discosaurus auf — aber nur derjenige von Petrobates erreicht das Mass des Rumpfes.

Die von uns im Geiste wieder mit ihren Weichtheilen ausgestatteten Stegocephalen ähneln aber nicht nur in ihrer allgemeinen Gestalt, sondern auch darin unseren Molchen, dass ihre Haut nackt und schlüpfrig ist. Wenigstens gilt dies so lange, als wir uns auf ihre Betrachtung von oben beschränken — anders wenn wir das Thier auf den Rücken wenden. Jetzt zeigt sich, dass die ganze Bauchfläche im Gegensatze zu der nackten Rückenseite einen **Panzer von knöchernen Schuppen** trägt. Dieses allen Stegocephalen gemeinsame, der Unterseite als Schutzmittel dienende ventrale Schuppenkleid gab die Veranlassung, die Stegocephalen auch als Schuppenlurche zu bezeichnen.

Die Knochenschuppen dieses Hautskelettes sind stets in Reihen angeordnet, welche von der Symmetrielinie aus schräg nach beiden Seiten divergiren. Dagegen ist so-

wohl ihre Gestalt und Skulptur, wie ihre Anordnung und gegenseitige Verbindung, endlich aber auch die Ausdehnung des Schuppenkleides selbst höchst wechselvoll und zwar für jedes Geschlecht mindestens ebenso charakteristisch, wie es z. B. die Konturen des Schädels sind.

Bei Branchiosaurus haben die Schuppen ungefähr ovale Gestalt mit verdicktem Hinterrand, an der Stelle dessen stärkster Biegung zarte Radiärleistchen ausstrahlen (Fig. 5). Diese Schüppchen decken sich dachziegelartig und sind in geraden Reihen angeordnet, welche jedoch je nach der Region der Unterseite, welcher sie zugehören, sehr verschiedene Richtung besitzen (Fig. 4). Auf den hinteren zwei Dritteln der Bauchfläche laufen die Schuppenreihen von der Mittellinie aus schräg nach hinten aus einander, bilden also einen hinten offenen Winkel (Bauchflur); — in der Brustgegend divergiren sie nach vorn, schliessen also einen nach vorn offenen Winkel ein (Brustflur); — in der Hals- und Kehlgegend endlich verlaufen sie rechtwinklig zur Längsaxe des Rumpfes (Kehlflur); — schliesslich treten auch auf der Unterseite des Schwanzes, sowie der Extremitäten Schuppenreihen auf, welche rechtwinklig zur Längserstreckung dieser Körpertheile gestellt sind.

Auch Hylonomus besass einen zusammenhängenden, jedoch auf die eigentliche Bauchfläche beschränkten Panzer von sich dachziegelartig deckenden Schuppenreihen (Figur 6). Von dem verdickten, gleichmässig gebogenen Hinterrande jeder Schuppe läuft eine ausserordentlich zierliche Rippung aus.

Dieser dachziegelförmigen Beschuppung von Branchiosaurus und Hylonomus stehen die strähnigen Bauchpanzer von Pelosaurus, Archegosaurus und Sclerocephalus gegenüber.

Bei Pelosaurus (Figur 7) besitzen die Schuppen sehr schmale, spitzquerovale Gestalt, sind 5 bis 6 mal so breit als lang und zart konzentrisch gestreift. Da sie sich gegenseitig bis auf den wulstig verdickten Hinterrand überdecken, so kommt auf der Aussenseite nur letzterer zum Vorschein und verleiht den Schuppen

das Aussehen fast linearer, beiderseits scharf zugespitzter Ossifikationen, welche in schmalen strähnenartigen Reihen nach hinten divergiren. Der so zusammengesetzte Bauchpanzer ist auf die Fläche zwischen den beiden Extremitätenpaaren beschränkt.

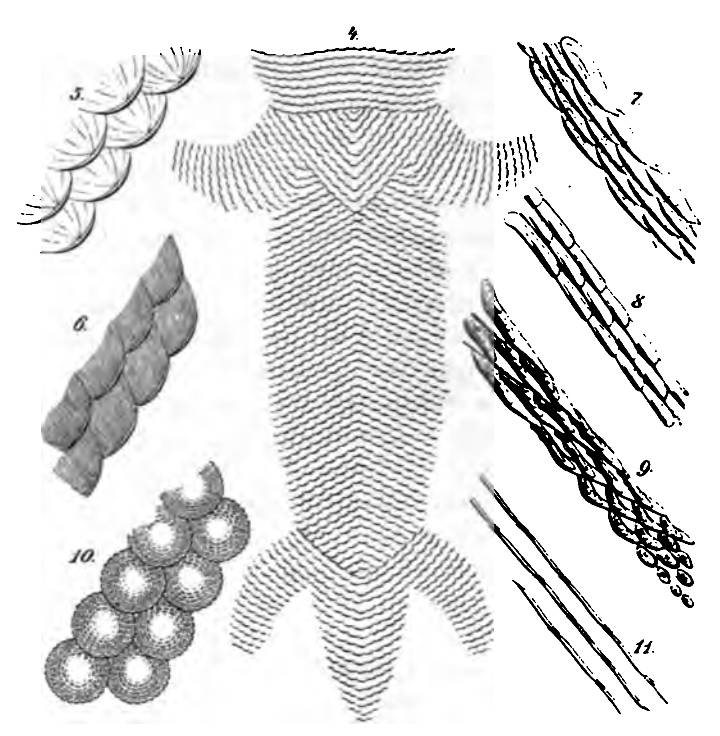


Fig. 4. Der Bauchpanzer von Branchiosaurus amblystomus Cred.
Fig. 5—11. Schuppen des Bauchpanzers sächsischer Stegocephalen und zwar:
Fig. 5 von Branchiosaurus amblystomus Cred.,
- 6 - Hylonomus Geinitzi Cred.,
- 7 - Pelosaurus laticeps Cred.,
- 8 - Archegosaurus Decheni Goldf.,
- 9 - Sclerocephalus labyrinthicus Gein. sp.,
- 10 - Discosaurus permianus Cred.,
- 11 - Petrobates truncatus Cred. (bereits zu Bauchrippen modificirt).

Bei Archegosaurus (Figur 8) besteht der Bauchpanzer aus Schnüren von langen, schlanken, unten rinnenartig ausgehöhlten Schuppen, welche Aehnlichkeit mit einem längsgetheilten, hohlen Stachel besitzen und mit dieser konkaven Unterseite einander theilweise über-

decken. Diese Strähnen von Stachelschuppen gehören zwei Systemen an, die von einem hinter der mittleren Brustplatte gelegenen Knotenpunkte ausstrahlen, indem die einen von hier aus schräg nach vorn verlaufen, während die anderen von der Mittellinie aus nach hinten divergiren, — also ähnlich wie die Schuppenreihen der Brust- und Bauchflur von Branchiosaurus. Kehle, Flanken des Rumpfes und Unterseite der Extremitäten waren mit kleinen ovalen Schüppchen gepflastert.

Einen dritten Typus repräsentiren die Schuppen von Discosaurus (Fig. 10). Im schroffsten Gegensatz zu denen von Archegosaurus, Pelosaurus und Sclerocephalus sind dieselben kreisrund und aus je 7—9 konzentrischen, in Theilstückchen gegliederten Reifen von weisser Kalksubstanz zusammengesetzt, welche durch schmälere Zwischenräume getrennt, sich auf einer hauchartig dünnen, scheibenförmigen Grundschicht reliefartig erheben. Diese höchst eigenartigen Schuppen haben grosse Aehnlichkeit mit solchen lebender Gymnophionen (Blindwühler), waren in gleichfalls nur lockerer Verbindung mit ihrer Unterlage ursprünglich reihenförmig angeordnet, deckten sich dabei gegenseitig fast gar nicht und erstreckten sich wie bei Branchiosaurus nicht nur über die Bauchfläche des Thieres, sondern bis zur Spitze des Schwanzes und auf die Extremitäten.

Eine ganz anders geartete bedeutungsvolle Modifikation erleidet das ventrale Hautskelett bei Petrobates. (Fig. 11.) Ihm fehlt ein eigentlicher dicht schliessender Bauchpanzer. An seine Stelle sind durch weite Zwischenräume getrennte, strähnenförmige Reihen von je 5 bis 6 spitzspindelförmigen Einzelstückchen getreten, welche von der Mittellinie aus divergirend nach hinten laufen. Auf das lebhafteste erinnern diese Gebilde an die strähnigen Bauchrippen von Kadaliosaurus und Palaeohatteria. Es scheint demnach, dass bereits bei einzelnen Stegocephalen unter gleichzeitiger Reduction der Zahl der Schuppenreihen und deren Einzelelemente der Uebergang des Bauchpanzers zu dem von der Haut bedeckten Bauchrippensystem der Reptilien eingeleitet wird.

Zu den Verschiedenheiten des Wirbelbaues, auf denen die natürliche Gruppirung der Stegocephalen beruht, steht die Art ihres Bauchpanzers durchaus in keinerlei Abhängigkeitsverhältniss. So weisen die Rhachitomi sowohl Stachelschuppen (Archegosaurus), wie Scheibenschuppen (Discosaurus) auf, und ebenso kommt bei den Phyllospondyli und Hülsenwirblern dachziegelartige und strähnige Beschuppung vor.

Gestaltet sich nach obigen Darlegungen der Besitz eines ventralen Schuppenkleides zu einem Kennzeichen für fast die Gesammtheit der Stegocephalen und die spezielle Eigenart dieses Hautskelettes zu einem solchen für die einzelnen in unserem Rothliegenden vertretenen Gattungen, so gilt ganz das Gleiche von der **Zusammensetzung der Schädeldecke** (vergl. Figur 2 und 3, sowie 12 bis 15). Es beruht dies darauf, dass der Knorpelschädel der Stegocephalen von einer viel grösseren Zahl fester und zwar sich gegenseitig innig an einander schliessender Knochenplatten überzogen ist, als derjenige der Urodelen. Dadurch entsteht an Stelle der nur aus wenigen Knochenspangen gefügten, lückenreichen Schädelbedeckung der letzteren eine dachartig geschlossene Schädeldecke, welche gerade mit Bezug auf diese Gegensätzlichkeit den Grund zu der jetzt gebräuchlichen Benennung „Stegocephala“ (also Dachschädel) abgegeben hat. Die Kontinuität dieses Schädeldaches wird nur durch fünf rundliche Oeffnungen von freilich sehr verschiedener Grösse unterbrochen: den zwei grossen Augenhöhlen (Orbitae), den beiden meist nahe dem Schnauzenrande befindlichen Nasenlöchern und dem unpaarigen, verhältnissmässig sehr kleinen Scheitelloche auf der Naht zwischen beiden Parietalien.

Die am Vorderrande des Schädels beiderseits der Medianlinie gelegenen paarigen Zwischenkiefer und Oberkiefer, die sich ersteren hinten anschliessenden Nasalia, Frontalia (nebst beiderseitigen Präfrontalien) und Parietalia, sowie ein rechts und links aufliegendes Squamosum haben die Stegocephalen mit den Urodelen gemeinsam, — abweichend aber und charakteristisch gestaltet sich die Knochenplattendecke in der Schläfengegend der

denjenigen Modifikationen, durch welche sie bei den verschiedenen nieder-hässlicher Geschlechtern zum Ausdrucke gelangen, in Folgendem einer vergleichenden Beschreibung unterworfen werden.

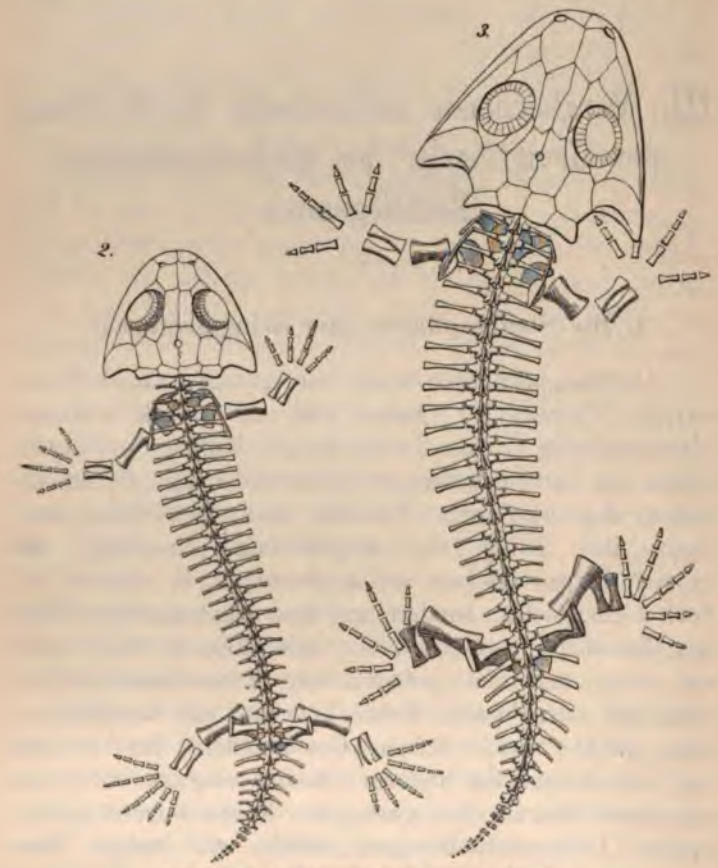


Fig. 2. Branchiosaurus amblystomus Cred.
Fig. 3. Pelosaurus laticeps Cred.
(Beide von oben, mit Hinweglassung des Bauchpanzers).

Denken wir uns die Skelette der oben aufgezählten Stegocephalen wieder mit Fleisch und Haut bekleidet und sehen wir auf diese Urmolche von oben herab, wie sie auf dem schlammigen Boden der Tümpel sitzen oder auf dem Sumpflande dahinkriechen, so tritt uns bei der Mehrzahl derselben auf den ersten Blick die ungemeine

hinten von einem vollständig geschlossenen Kranze von Knochenstücken umgeben, während bei den Urodelen diese Platten fehlen und deshalb die Knochenumrahmung der Augenhöhlen nach Aussen und Hinten zu durch eine weite Lücke unterbrochen ist. An das Jugale und Postorbitale schliesst sich das meist flügelartig verbreiterte Supratemporale, welches die hintere Schläfengegend deckt und im Vereine mit dem Oberkiefer und einem Arme des Flügelbeines das unbewegliche Quadratum trägt. Die genannten vier Knochenplatten dienen also dazu, die Verbindung zwischen dem Schädel und dem Suspensorium des sehr langen Unterkiefers, dem Quadratum, zu stärken. Ausserdem schiebt sich bei manchen Stegocephalen zwischen Nasale und Oberkiefer beiderseits noch eine sekrete Knochenplatte, das Lacrymale, ein. Stets aber schliesst sich an den Hinterrand der Scheitelbeine je ein kleiner meist vierseitiger, als Supraoccipitale bezeichneter Deckknochen und beiderseits dieses ein gewöhnlich dreieckiges, nach hinten spitz ausgezogenes Epioticum an, welches den Ohrausschnitt nach innen und hinten begrenzt. Dahingegen fehlen den paläozoischen Stegocephalen, wie überhaupt alle Knorpelknochen, so auch die knöchernen Hinterhauptsbeine, die Occipitalia lateralia, durch deren doppelten Gelenkhöcker bei den Urodelen und mesozoischen Stegocephalen die Artikulation des Schädels mit der Wirbelsäule vermittelt wird. Diese Verbindung ist also damals noch knorpelig verblieben.

Bei allen Stegocephalen stellen sich innerhalb der Umrahmung der Orbitae noch selbstständige Knochenausscheidungen, nämlich solche des Augapfels ein. Ganz allgemein gilt dies vom Scleralring, welcher aus einem Kranze vierseitiger Knochentäfelchen besteht. Ihm gesellt sich zuweilen (so bei Branchiosaurus) ein sogenanntes Scleralpflaster hinzu, das sich aus dicht an einander gruppirten Kalkschüppchen zusammensetzt und den Raum zwischen Scleralring und Frontalrand der Orbitae einnimmt (vergl. Fig. 2 u. 14).

Das bei keinem Urodelen vorhandene, aber bei keinem Stegocephalen zu vermissende kleine runde Scheitel-

loch (Foramen parietale) liegt auf der Naht, in welcher, der Symmetrielinie entsprechend, die beiden Parietalia an einander stossen. Nachdem de Graaf, Spencer und Wiedersheim in oder unter dem Foramen parietale einer Anzahl lebender Reptilien ein rudimentäres Auge nachgewiesen haben, liegt die Annahme nahe, dass das letztere in früheren Zeiten thatsächlich als Sehwerkzeug funktionirt habe, dass also das Foramen parietale zur Aufnahme dieses dritten unpaaren Auges gedient haben werde. Eine gewisse Bestätigung erhält diese Ansicht durch die Beobachtung, dass das Scheitelloch des karbonischen Anthracosaurus raniceps Goldenb. von der den übrigen Schädel bedeckenden Schuppenhaut nicht überzogen wird, also ebenso wie die Orbitae offen lag.

Stellt sich die Schädeldecke der Stegocephalen auf diese Weise, also durch eine grössere Zahl von Deckknochen, durch rings von solchen umrahmte Orbitae, durch den Scleralring und endlich durch das Foramen parietale in einen gewissen Gegensatz zu derjenigen der Urodelen, so offenbaren sich andererseits in allen diesen Abweichungen Anklänge an den Reptilienschädel, in dessen Decke sich ebenfalls die Postfrontalia, Postorbitalia, Jugalia, Supratemporalia und Lacrymalia (wenn auch meist in geringerer Flächenausdehnung) wiederfinden, und in welchem sich namentlich auch das Scheitelloch und der Augenring wiederholen. Noch bestimmter ausgesprochene Gemeinsamkeiten im Skelettbau der Stegocephalen mit den Reptilien werden wir mehrfach antreffen. Sie alle drücken den Stegocephalen den Stempel von Mischformen auf und summiren sich zur engen Verknüpfung der damaligen Vertreter zweier heute so weit von einander abweichenden Klassen wie der Amphibien und Reptilien.

Bei den gesammten Stegocephalen, also auch bei denjenigen, welche den Gegenstand unserer Darstellung bilden, besteht das Schädeldach aus einem nach gleichem Grundplane zusammengesetzten Mosaik der nämlichen, also der oben aufgezählten Knochenplatten unter Aussparung der gleichen 5 Oeffnungen. Wenn trotzdem

die Gesammtform der Stegocephalenschädel in weitesten Grenzen schwankt und der Schädel jeder einzelnen Gattung seine Besonderheiten bietet, so beruhen diese Verschiedenheiten in erster Linie auf der mehr in die Länge gestreckten oder der mehr in die Breite gerichteten Contur des Schädels und der dadurch bedingten Bevorzugung des Längen- oder des Breitenwachsthums der einzelnen Knochenplattenpaare, — ferner auf Schwankungen im gegenseitigen Grössenverhältnisse dieser Deckknochen, — auf der Form, Lage und Grösse der Augenhöhlen, sowie der Nasenlöcher, — auf der Tiefe und Breite des Ohrausschnittes am Hinterrande des Schädels und endlich darauf, ob die Oberfläche der Schädelknochen glatt, punktirt oder grubig-warzig ist. Charakteristische Beispiele derartiger Variationen des Schädeldeckengrundplanes bieten unsere sächsischen Stegocephalen.

Die Schädeldecke von Branchiosaurus amblystomus Cred. (Figur 14) kennzeichnet sich durch ihre breite, vorn stumpf abgerundete, hinten gerade abgestutzte Contur, durch die geringe Einbuchtung des Hinterrandes von Seiten der wenig tiefen Ohrausschnitte. Die hinteren Enden der Supratemporalia liegen in Folge dessen in gleicher Linie mit den schmalen Supraoccipitalien. In den Augenhöhlen tritt ausser dem Scleralring noch ein dichtes Kalkpflaster auf.

Der Schädel von Pelosaurus laticeps Cred. (Fig. 12) ist nach vorn verschmälert, wodurch er schlanker und gestreckter erscheint. Ein Lacrymale schaltet sich ein. Am Hinterrande springt die mittlere Partie mit den zugespitzten Epioticis etwas hinter die Seitentheile zurück. Gleichzeitig hat der Kopf im Vergleiche zur Rumpflänge viel gewaltigere Dimensionen als z. B. derjenige von Branchiosaurus (vergl. Fig. 2 u. 3).

Bei Melanerpeton pulcherrimum Fritsch (Figur 13) erreicht einerseits die Stumpfheit des Schnauzenrandes, anderseits das Zurückspringen der Hirnkapsel und die Ausbildung tiefer und breiter Ohrausschnitte ihr Maximum. Damit dürfte in Verbindung stehen, dass sich das Squamosum in 2 hinter einander liegende sekrete Knochenplatten theilt und die Epiotica auf Kosten der Supra-

denjenigen Modifikationen, durch welche sie bei den verschiedenen nieder-hässlicher Geschlechtern zum Ausdrucke gelangen, in Folgendem einer vergleichenden Beschreibung unterworfen werden.

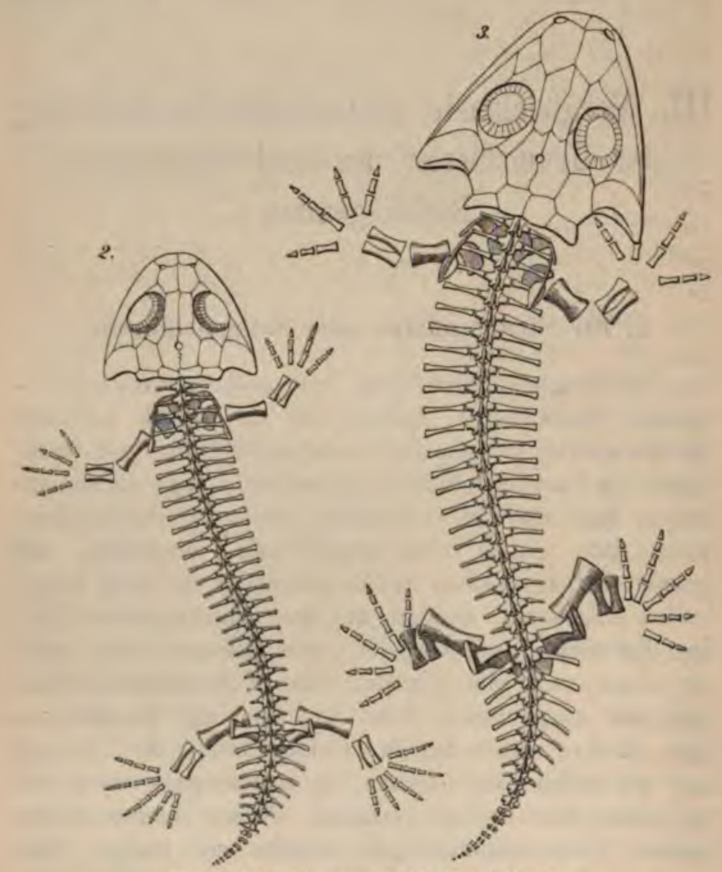


Fig. 2. Branchiosaurus amblystomus Cred.
Fig. 3. Pelosaurus laticeps Cred.
(Beide von oben, mit Hinweglassung des Bauchpanzers).

Denken wir uns die Skelette der oben aufgezählten Stegocephalen wieder mit Fleisch und Haut bekleidet und sehen wir auf diese Urmolche von oben herab, wie sie auf dem schlammigen Boden der Tümpel sitzen oder auf dem Sumpflande dahinkriechen, so tritt uns bei der Mehrzahl derselben auf den ersten Blick die ungemeine

Kürze des Schwanzes fremdartig entgegen. Derselbe besitzt sowohl bei Branchiosaurus und Pelosaurus (Figur 2 u. 3), wie bei Acanthostoma und Melanerpeton eine in der That stummelhafte Gestalt: sehr breit und kräftig sich der Beckengegend anschliessend, spitzt er sich rasch und unvermittelt zu, um nur ein Viertel, höchstens ein Drittel der Rumpflänge zu erreichen. Ebenso auffällig aber wie die Form, gestaltet sich auch das Skelett des Schwanzes dadurch, dass die Mehrzahl, also die ersten 6 bis 8 seiner Wirbel, sehr kräftige, den vorderen Rumpfrippen an Grösse und Stärke kaum nachstehende Rippen tragen, wodurch der bereits durch seine Kürze bedingte stämmige, solide Eindruck des Schwanzes dieser Stegocephalen im Gegensatze zu dem langen, schlanken, fast rippenlosen Urodelenschwanz noch wesentlich erhöht wird.

Von Archegosaurus ist selbst an den zahlreichen Exemplaren, welche der Monographie H. von Meyer's zu Grunde liegen, der nach allen Anzeigen ebenfalls recht kurze Schwanz nirgends vollständig überliefert. Etwas beträchtlichere Länge weist der Schwanz von Hylonomus und von Discosaurus auf — aber nur derjenige von Petrobates erreicht das Mass des Rumpfes.

Die von uns im Geiste wieder mit ihren Weichtheilen ausgestatteten Stegocephalen ähneln aber nicht nur in ihrer allgemeinen Gestalt, sondern auch darin unseren Molchen, dass ihre Haut nackt und schlüpfrig ist. Wenigstens gilt dies so lange, als wir uns auf ihre Betrachtung von oben beschränken — anders wenn wir das Thier auf den Rücken wenden. Jetzt zeigt sich, dass die ganze Bauchfläche im Gegensatze zu der nackten Rückenseite einen **Panzer von knöchernen Schuppen** trägt. Dieses allen Stegocephalen gemeinsame, der Unterseite als Schutzmittel dienende ventrale Schuppenkleid gab die Veranlassung, die Stegocephalen auch als Schuppenlurche zu bezeichnen.

Die Knochenschuppen dieses Hautskelettes sind stets in Reihen angeordnet, welche von der Symmetrielinie aus schräg nach beiden Seiten divergiren. Dagegen ist so-

Stegocephalenschädel. Hier schalten sich jederseits zwischen das hintere Ende des weit nach hinten reichenden Oberkiefers und die Scheitelbeine 4 Knochenplatten

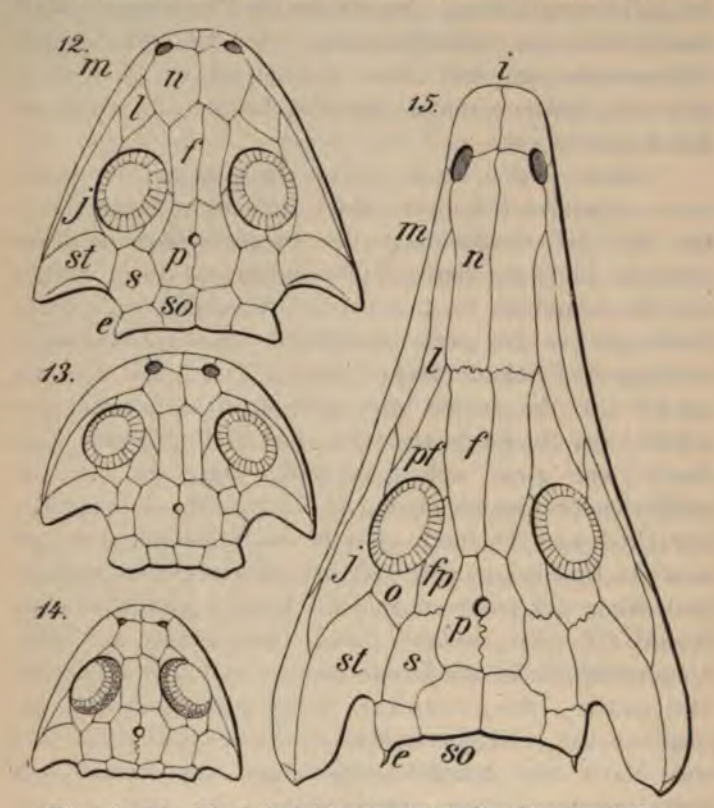


Fig. 12—15. Die Schädeldecke sächsischer Stegocephalen und zwar:

Fig. 12 von Pelosaurus laticeps Cred.,
- 13 - Melanerpeton pulcherrimum Fritsch,
- 14 - Branchiosaurus amblystomus Cred.,
- 15 - Archegosaurus Decheni Goldf.

i = Intermaxillaria (Zwischenkiefer). — *m* = Maxillaria superiora (Oberkiefer). *n* = Nasalia (Nasenbeine). — *f* = Frontalia (Stirnbeine). — *p* = Parietalia (Scheitelbeine). — *so* = Supraoccipitalia (obere Hinterhauptsbeine). — *l* = Lacrymalia (Thränenbeine). — *pf* und *fp* = Prae- und Postfrontalia (vordere u. hintere Stirnbeine). — *j* = Jugalia (Jochbeine). — *o* = Postorbitalia (hintere Augenhöhlenbeine). — *st* = Supratemporalia (Paukenbeine). *s* = Squamosa (Schläfenbeine). — *e* = Epiotica (Zitzenbeine). *a* = Scleralring (Augenring).

ein (Figur 12 bis 15). Durch das sich seitlich an die Frontalia und Parietalia anlegende Postfrontale, Postorbitale und Jugale wird die Augenhöhle auch

hinten von einem vollständig geschlossenen Kranze von Knochenstücken umgeben, während bei den Urodelen diese Platten fehlen und deshalb die Knochenumrahmung der Augenhöhlen nach Aussen und Hinten zu durch eine weite Lücke unterbrochen ist. An das Jugale und Postorbitale schliesst sich das meist flügelartig verbreiterte Supratemporale, welches die hintere Schläfengegend deckt und im Vereine mit dem Oberkiefer und einem Arme des Flügelbeines das unbewegliche Quadratum trägt. Die genannten vier Knochenplatten dienen also dazu, die Verbindung zwischen dem Schädel und dem Suspensorium des sehr langen Unterkiefers, dem Quadratum, zu stärken. Ausserdem schiebt sich bei manchen Stegocephalen zwischen Nasale und Oberkiefer beiderseits noch eine sekrete Knochenplatte, das Lacrymale, ein. Stets aber schliesst sich an den Hinterrand der Scheitelbeine je ein kleiner meist vierseitiger, als Supraoccipitale bezeichneter Deckknochen und beiderseits dieses ein gewöhnlich dreieckiges, nach hinten spitz ausgezogenes Epioticum an, welches den Ohrausschnitt nach innen und hinten begrenzt. Dahingegen fehlen den paläozoischen Stegocephalen, wie überhaupt alle Knorpelknochen, so auch die knöchernen Hinterhauptsbeine, die Occipitalia lateralia, durch deren doppelten Gelenkhöcker bei den Urodelen und mesozoischen Stegocephalen die Artikulation des Schädels mit der Wirbelsäule vermittelt wird. Diese Verbindung ist also damals noch knorpelig verblieben.

Bei allen Stegocephalen stellen sich innerhalb der Umrahmung der Orbitae noch selbstständige Knochenausscheidungen, nämlich solche des Augapfels ein. Ganz allgemein gilt dies vom Scleralring, welcher aus einem Kranze vierseitiger Knochentäfelchen besteht. Ihm gesellt sich zuweilen (so bei Branchiosaurus) ein sogenanntes Scleralpflaster hinzu, das sich aus dicht an einander gruppirten Kalkschüppchen zusammensetzt und den Raum zwischen Scleralring und Frontalrand der Orbitae einnimmt (vergl. Fig. 2 u. 14).

Das bei keinem Urodelen vorhandene, aber bei keinem Stegocephalen zu vermissende kleine runde Scheitel-

loch (Foramen parietale) liegt auf der Naht, in welcher, der Symmetrielinie entsprechend, die beiden Parietalia an einander stossen. Nachdem de Graaf, Spencer und Wiedersheim in oder unter dem Foramen parietale einer Anzahl lebender Reptilien ein rudimentäres Auge nachgewiesen haben, liegt die Annahme nahe, dass das letztere in früheren Zeiten thatsächlich als Sehwerkzeug funktionirt habe, dass also das Foramen parietale zur Aufnahme dieses dritten unpaaren Auges gedient haben werde. Eine gewisse Bestätigung erhält diese Ansicht durch die Beobachtung, dass das Scheitelloch des karbonischen Anthracosaurus raniceps Goldenb. von der den übrigen Schädel bedeckenden Schuppenhaut nicht überzogen wird, also ebenso wie die Orbitae offen lag.

Stellt sich die Schädeldecke der Stegocephalen auf diese Weise, also durch eine grössere Zahl von Deckknochen, durch rings von solchen umrahmte Orbitae, durch den Scleralring und endlich durch das Foramen parietale in einen gewissen Gegensatz zu derjenigen der Urodelen, so offenbaren sich andererseits in allen diesen Abweichungen Anklänge an den Reptilienschädel, in dessen Decke sich ebenfalls die Postfrontalia, Postorbitalia, Jugalia, Supratemporalia und Lacrymalia (wenn auch meist in geringerer Flächenausdehnung) wiederfinden, und in welchem sich namentlich auch das Scheitelloch und der Augenring wiederholen. Noch bestimmter ausgesprochene Gemeinsamkeiten im Skelettbau der Stegocephalen mit den Reptilien werden wir mehrfach antreffen. Sie alle drücken den Stegocephalen den Stempel von Mischformen auf und summiren sich zur engen Verknüpfung der damaligen Vertreter zweier heute so weit von einander abweichenden Klassen wie der Amphibien und Reptilien.

Bei den gesammten Stegocephalen, also auch bei denjenigen, welche den Gegenstand unserer Darstellung bilden, besteht das Schädeldach aus einem nach gleichem Grundplane zusammengesetzten Mosaik der nämlichen, also der oben aufgezählten Knochenplatten unter Aussparung der gleichen 5 Oeffnungen. Wenn trotzdem

die Gesammtform der Stegocephalenschädel in weitesten Grenzen schwankt und der Schädel jeder einzelnen Gattung seine Besonderheiten bietet, so beruhen diese Verschiedenheiten in erster Linie auf der mehr in die Länge gestreckten oder der mehr in die Breite gerichteten Contur des Schädels und der dadurch bedingten Bevorzugung des Längen- oder des Breitenwachsthums der einzelnen Knochenplattenpaare, — ferner auf Schwankungen im gegenseitigen Grössenverhältnisse dieser Deckknochen, — auf der Form, Lage und Grösse der Augenhöhlen, sowie der Nasenlöcher, — auf der Tiefe und Breite des Ohrausschnittes am Hinterrande des Schädels und endlich darauf, ob die Oberfläche der Schädelknochen glatt, punktirt oder grubig-warzig ist. Charakteristische Beispiele derartiger Variationen des Schädeldeckengrundplanes bieten unsere sächsischen Stegocephalen.

Die Schädeldecke von Branchiosaurus amblystomus Cred. (Figur 14) kennzeichnet sich durch ihre breite, vorn stumpf abgerundete, hinten gerade abgestutzte Contur, durch die geringe Einbuchtung des Hinterrandes von Seiten der wenig tiefen Ohrausschnitte. Die hinteren Enden der Supratemporalia liegen in Folge dessen in gleicher Linie mit den schmalen Supraoccipitalien. In den Augenhöhlen tritt ausser dem Scleralring noch ein dichtes Kalkpflaster auf.

Der Schädel von Pelosaurus laticeps Cred. (Fig. 12) ist nach vorn verschmälert, wodurch er schlanker und gestreckter erscheint. Ein Lacrymale schaltet sich ein. Am Hinterrande springt die mittlere Partie mit den zugespitzten Epioticis etwas hinter die Seitentheile zurück. Gleichzeitig hat der Kopf im Vergleiche zur Rumpflänge viel gewaltigere Dimensionen als z. B. derjenige von Branchiosaurus (vergl. Fig. 2 u. 3).

Bei Melanerpeton pulcherrimum Fritsch (Figur 13) erreicht einerseits die Stumpfheit des Schnauzenrandes, anderseits das Zurückspringen der Hirnkapsel und die Ausbildung tiefer und breiter Ohrausschnitte ihr Maximum. Damit dürfte in Verbindung stehen, dass sich das Squamosum in 2 hinter einander liegende sekrete Knochenplatten theilt und die Epiotica auf Kosten der Supra-

occipitalia bedeutend an Grösse zunehmen und sich stark verbreitern.

Der Schädel von Archegosaurus Decheni Goldf. (Fig. 15) bietet mit Bezug auf seine Conturen die äusserste Gegensätzlichkeit zu Melanerpeton dar. Er ist stark in die Länge gezogen, nach vorn scharf auslaufend, nach hinten wird die Gehirnkapsel überragt von den Supratemporalien, die Epiotica sind spitz, die Ohrausschnitte eng. Mit diesen Umrissen steht die gewaltige Entwicklung der Nasalia, die Einschaltung langer, schmaler Lacrymalia und die verhältnissmässige Kleinheit der Parietalia und Squamosa in Zusammenhang. Die Oberfläche der Schädelknochen ist mit einem Bildwerke von strahlig angeordneten Grübchen und Furchen versehen.

Noch weit schärfer ist diese crocodilartige Skulptur bei den über 0,3 m langen Schädeln von Sclerocephalus ausgeprägt.

Ebenso wie die Schädeldecke, so gewährt auch die Unterseite des Schädels der Stegocephalen (vergl. Fig. 16 bis 19) ein ganz anderes Bild als bei den Urodelen. Die Deckknochen, welche sich an deren Zusammensetzung betheiligen, sind zwar bei beiden die gleichen, — dahingegen weist die Form, Ausdehnung und gegenseitige Verbindung derselben bei den Schuppenlurchen eine überraschende Aehnlichkeit mit derjenigen der Frosch-Schädelbasis auf. Dies beruht wesentlich darauf, dass die Gaumenhöhlen ungemein gross und rings von Knochen umrahmt sind. Die Grösse derselben wird auf die Weise erzielt, dass das Parasphenoid nur an seinem hinteren Ende sich schild- oder fächerförmig ausbreitet, nach vorn aber wie das dolchartige Keilbein der Frösche in einen dünnen, langen Stiel ausläuft, welcher als ein nur schmaler Steg die breiten Gaumenöffnungen trennt. Die äussere, vollständig geschlossene Knochenumrahmung der letzteren aber wird dadurch hergestellt, dass die Oberkiefer ausserordentlich weit, nämlich bis zur Gelenkstelle des Unterkiefers zurücktreten und dass sich der vordere, schlank bogenförmige Flügel des Pterygoids an den Innenrand des Oberkiefers oder der Palatina anlegt. Ueberhaupt ist die Gesammt-

gestalt der Pterygoidea meist vollständig froschartig, indem sie aus 3 schlanken, flügelförmig geschweiften Armen bestehen, von denen der kürzere mediale mit der Querplatte des Parasphenoids in Verbindung tritt, während

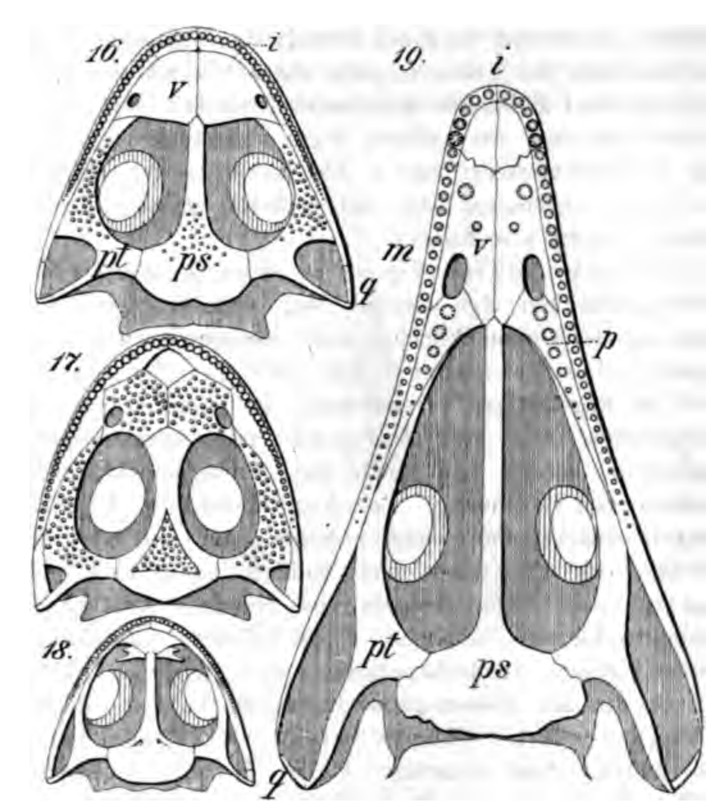


Fig. 16—19. Schädelbasis (Gaumenfläche) sächsischer Stegocephalen und zwar:

Fig. 16 von Pelosaurus laticeps Cred.,
- 17 - Acanthostoma vorax Cred.,
- 18 - Branchiosaurus amblystomus Cred.,
- 19 - Archegosaurus Decheni Goldf.

i = Intermaxillaria (Zwischenkiefer). — *m* = Maxillaria superiora (Oberkiefer).
v = Vomera (Pflugscharbeine). — *p* = Palatina (Gaumenbeine).
ps = Parasphenoideum (Keilbein). — *pt* = Pterygoidea (Flügelbeine).
q = Quadratum.

der längere, flachbogig nach vorn gekrümmte, wie eben gezeigt, die Gaumenhöhle nach Aussen abschliesst und endlich der dritte Flügel nach hinten gerichtet ist und hier das Quadratum tragen hilft. Der zweitheilige Vomer

und die beiden Palatina erreichen meist nur geringe Ausdehnung.

Die Modifikationen, welche diese Schädelbasis bei den verschiedenen hier in Betracht gezogenen Stegocephalen-Gattungen erleidet, sind nur unwesentlich. Viel grössere Bedeutung hingegen erlangt die Thatsache, dass bei manchen der letzteren, ganz abgesehen von den stets nur mit einer Zahnreihe versehenen Zwischen- und Oberkiefern einzelne, bei anderen sogar sämmtliche Knochen der Schädelunterseite eine z. Th. hechelartig dichte Bezahnung tragen oder mit isolirten grossen Fangzähnen besetzt sein können.

Branchiosaurus (Fig. 18) ist unter den sächsischen Schuppenlurchen der einzige, bei welchem eine Bezahnung der Gaumenknochen nicht nachgewiesen werden konnte. Bei Pelosaurus (Fig. 16) war der vordere, sich in flügelartiger Verbreiterung mit dem Oberkiefer verbindende Arm des Pterygoids mit spitzkonischen Zähnchen besetzt und auch das Parasphenoid zeigt Spuren von Bezahnung. Bei Acanthostoma (Fig. 17) tragen zunächst die Vomero-palatina, dann die Gaumenflächen des Pterygoids und endlich auch noch das Parasphenoid dichte Hecheln von ebenfalls spitz kegelförmigen kleinen Zähnchen. Noch grössere Ausdehnung nimmt diese Hechelbezahnung bei Melanerpeton spiniceps an, dessen ganze Gaumenfläche von solchen Zähnchen starrt. Gleiches scheint von Discosaurus zu gelten. Eine derartige dichte Bezahnung sämmtlicher Knochen der Mundhöhle erinnert lebhaft an diejenige gewisser Fische (z. B. des Hechtes) und repräsentirt ein sehr primitives Stadium in der Genese dieser Deckknochen, welche noch bei den heutigen Urodelen embryonal aus der Verschmelzung der Cementplättchen von Schleimhautzähnchen entstehen.

Ein ganz anderer Typus der Gaumenbezahnung gelangt in Archegosaurus (Figur 19) zum Ausdruck, wo jede der beiden Vomerplatten zwei grosse Fangzähne trägt, welche die Kieferzähne an Grösse um das Vielfache überragen. An sie schliessen sich die auf dem schmalen Palatinum reihenförmig aufsitzenden Gaumenzähne, von

denen die vordersten ebenfalls beträchtliche Grösse erreichen, um nach hinten an Höhe abzunehmen. Dass sie sämmtlich nicht glatt, sondern tief gefurcht erscheinen, steht mit einem prinzipiellen Unterschiede in Zusammenhang, der sich im Bau der Kieferzähne geltend macht.

Zwischen-, Ober- und Unterkiefer unserer Stegocephalen tragen stets nur eine Reihe von Zähnen. Dieselben sind sämmtlich einspitzig, scharfkonisch und

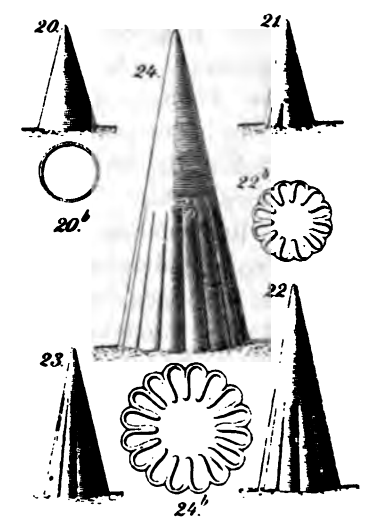


Fig. 20—24. Zähne sächsischer Stegocephalen in 15facher Vergrösserung und zwar:
Fig. 20 von Branchiosaurus,
- 21 - Hylonomus,
- 22 - Pelosaurus,
- 23 - Acanthostoma,
- 24 - Archegosaurus.

bestehen aus einem dünnen, kegelförmigen Mantel von Zahnsubstanz, welcher eine grosse Pulphöhle umschliesst. Dieser auf dem zahntragenden Kieferrande z. Th. in flachen, napfartigen Vertiefungen aufgewachsene Hohlkegel ist nun entweder vollkommen glatt, wie bei Branchiosaurus, oder aber, und darin offenbart sich eine neue Abweichung von den Urodelen, die Wandung dieses Kegels ist nach Innen zu also radiär gefaltet, was auf der Aussenseite in deren jeder Einfaltung entsprechenden Längsfurchung seinen Ausdruck findet. Diese Radiär-

faltung, welche jedenfalls dazu dient, dem Zahnkegel grössere Festigkeit zu verleihen, beschränkt sich nun bei manchen Geschlechtern, so bei Pelosaurus, auf die untere Hälfte des Conus, während sie bei anderen, so bei Archegosaurus, sich fast bis zur Spitze erstreckt. Hand in Hand damit steigert sich die Tiefe der Radiärfalten von schwachen, kaum merklichen Längsleisten bis zu derben, fächerartig bis weit nach der Mitte vorspringenden Lamellen (vergl. Figur 20 bis 24).

Da die Zahnsubstanz ziemlich vergänglich ist, so sind nach ihrem Verschwinden sehr oft nur die Steinkerne, also die inneren Abgüsse der Pulphöhle überliefert, an denen sich jedoch der oben skizzirte Zahnbau naturgemäss viel deutlicher zu erkennen giebt, als an den wohlerhaltenen Zähnen selbst.

Soweit, dass die Radiärfalten nicht mehr eben, sondern in mäandrischen Windungen dicht aneinander gedrängt die Pulphöhle einengen, wie solches bei der danach als Labyrinthodonten bezeichneten Unterordnung der Stegocephalen der Fall ist, bis zu diesem Grade der Komplikation ist der Zahnbau bei keinem Schuppenlurch unseres sächsischen Rothliegenden gediehen.

Was nun die **Wirbelsäule** der letzteren anbetrifft, so muss deren Bau, trotz aller Modifikationen, welchen er unterworfen ist, durchweg als ein sehr primitiver bezeichnet werden. Bei keinem unserer Stegocephalen geht nämlich die Verknöcherung der Wirbelsäule soweit, dass die Chorda vollständig abgeschnürt und auf gesonderte Reste innerhalb jedes Wirbelkörpers oder zwischen je zwei Wirbelkörpern reduzirt würde, — dieselbe bleibt vielmehr überall als ein kontinuirlicher Strang erhalten, während sich die Ossifikation der Wirbelkörper durchaus oberflächlich beschränkt hält. Mit letzteren verwachsen die Neuralbogen fast nie, sondern bleiben von ihnen durch eine Sutur getrennt.

Den primitivsten Wirbelbau weisen die Phyllospondyli (Branchiosaurus, Pelosaurus und Melanerpeton) auf (Fig. 25). Bei ihnen besteht jeder Wirbel aus einem zweitheiligen oberen Bogen mit dem paarig angelegten Dornfortsatz und den vorderen und hinteren Gelenkfort-

sätzen. Jeder Seitenschenkel dieses oberen Bogens biegt sich an seiner Basis nach aussen um und setzt sich auf die Oberfläche eines sehr kräftigen knorpeligen Querfortsatzes fort. Die Ossifikation des Wirbelkörpers selbst beschränkt sich auf zwei zarte symmetrische Knochenblätter (daher Phyllospondyli), welche die ventrale Hälfte der Chorda rinnenförmig umfassen, in der ventralen Mittellinie aneinanderstossen, sich seitlich auf die Unterseite

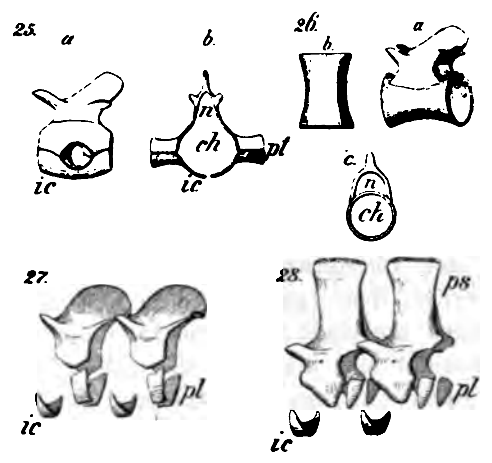


Fig. 25—28. Wirbel sächsischer Stegocephalen und zwar:

Fig. 25 von Branchiosaurus. — *a* von der Seite.
b von vorn.
- 26 - Hylonomus. — *a* von der Seite.
b von unten. — *c* im Verticalschnitt.
- 27 - Discosaurus.
- 28 - Archegosaurus.
n = Rückenmark. — *ch* = Chorda u. deren Knorpelscheide.
ps = Processus spinosus. — *pt* = Querfortsätze.
pl = Pleurocentra. — *ic* = Intercentrum.

der Querfortsätze erstrecken und wohl als Intercentra anzusprechen sind.

Ein solcher Phyllospondylus besteht demnach aus einer von vier zarten Knochenblättern gebildeten Röhre, welche sowohl das Rückenmark als die Chorda umschliesst (Fig 25 *b*, *n* und *ch*) und seitlich in sehr kräftige, aber ebenfalls dünnwandige Querfortsätze (*pt*) ausläuft.

Bei den rhachitomen Stegocephalen (Temnospondyli) tritt insofern eine bedeutungsvolle Modifikation ein, als sich am Aufbau ihrer Wirbel ein eigentliches Cen-

trum betheiligt und zwar in der embryonalen Gestalt seiner zweier seitlicher Elemente, der Pleurocentra, während die beiden Intercentra zu einem einheitlichen Intercentrum verschmelzen (Fig. 27 und 28). In Folge dessen setzt sich der ebenfalls Rückenmark und Chorda gemeinsam umschliessende knöcherne Wirbel der Rhachitomi kranzförmig aus folgenden Stücken zusammen: 1. den beiden, z. Th. (bei Archegosaurus) im reifen Zustande des Thieres verwachsenden, zum Theil (bei Discosaurus) getrennt bleibenden seitlichen Schenkeln des oberen Bogens mit ihrem vorderen und hinteren Gelenkfortsatze und dem ebenfalls paarig angelegten, kammförmigen Dornfortsatz; — 2. aus zwei seitlichen, das Wirbelcentrum vertretenden, schwach nach Innen konkaven Platten, den Pleurocentren (*pl*), welche dem oberen Bogen als Basis dienen, und 3. aus einem die Unterseite des Chordastranges deckenden, hufeisenförmigen Halbring, dem Intercentrum (*ic*), welches sich in die Lücken unterhalb der Gelenkstelle zweier oberer Bogen einschiebt und innerhalb der Schwanzwirbelsäule sich zum unteren Bogen gestaltet. In der niederhässlicher Fauna ist dieser Wirbeltypus durch Archegosaurus Decheni, Discosaurus permianus, Sclerocephalus labyrinthicus und Sparagmites arciger vertreten.

Einen weit höheren Typus repräsentiren die Lepospondyli (Hülsenwirbler). Hier gestaltet sich das Centrum zu einer die Chorda cylindrisch umgebenden einheitlichen Hülse (Fig. 26), welcher der obere Bogen aufgesetzt ist. Dadurch, dass diese hülsenförmigen Wirbelkörper in ihrer Mitte, also intravertebral, eine schwache Einschnürung erleiden, erhalten sie sanduhrförmige (biconcave, amphicoele) Gestalt. Die Hülsenwirbler sind im sächsischen Rothliegenden vertreten durch Hylonomus und Petrobates, die sich ausser durch das fortgeschrittnere Stadium dieses ihres Wirbelbaues auch noch in anderen Beziehungen den Reptilien mehr nähern, als die Phyllo- und Temnospondyli.

Die **Rippen** fast aller unserer Stegocephalen haben zwar das gemeinsam, dass sie jetzt nach Verwesung ihrer Knorpelaxe die Form zartwandiger Knochenröhren

angenommen haben, dahingegen ist ihre Gestaltung, sowie die Art ihrer Artikulation mit den Wirbeln eine ausserordentlich mannigfaltige (vergl. Fig. 29 bis 36).

Bei der Mehrzahl unserer Stegocephalen kurz und gerade, an beiden Enden mehr oder weniger ausgebreitet, nehmen die Rippen nur bei den Hülsenwirblern (Lepospondyli) grössere Länge, sowie eine bogenförmige

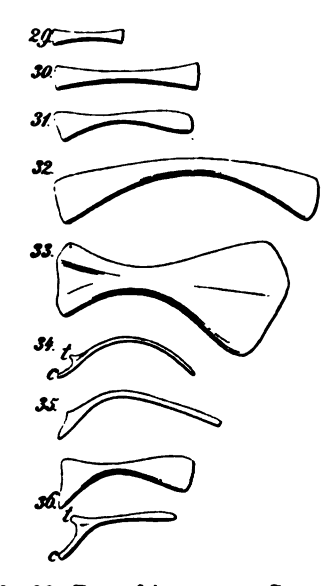


Fig. 29—36. Rumpfrippen von Stegocephalen und zwar:

Fig. 29 von Branchiosaurus,
- 30 - Pelosaurus,
- 31 - Melanerpeton,
- 32 - Archegosaurus,
- 33 - Sclerocephalus,
Fig. 34 von Hylonomus,
- 35 - Petrobates,
- 36 - Discosaurus (aus der vorderen und aus der hinteren Rumpfregion).

t = Tuberculum. — c = Capitulum.

Krümmung, gleichzeitig aber z. Th. auch eine grätenartige Zartheit an. Am kürzesten und dabei vollkommen gerade abstehend sind diejenigen von *Branchiosaurus* (Fig. 29), schon etwas länger die von *Pelosaurus*; noch länger werden sie bei *Melanerpeton* und *Archegosaurus* und biegen sich hier zugleich etwas nach unten. Ganz enorm ist die Ausbreitung der beiden Rippenenden bei *Sclerocephalus*, welche geradezu als fächerartig bezeichnet werden darf. Zugleich sind dies von allen

sächsischen Stegocephalen die einzigen Rippen, welche durch und durch ossifizirt sind, also solide Knochen, keine Knochenröhren vorstellen. Im schroffen Unterschied zu ihnen tragen Hylonomus und Petrobates verhältnissmässig sehr lange schlanke faden- oder bandförmige Rippen, bei welchen sich zugleich eine stärkere Krümmung einstellt und das distale Ende zuschärft oder abrundet, statt wie sonst sich auszubreiten (Fig. 34 u. 35).

Ein höchst augenfälliger Gegensatz macht sich in der Gestaltung der Rippen von Discosaurus (Figur 36) in der Weise geltend, dass diejenigen des vorderen Drittels des Rumpfes an beiden Enden eine beträchtliche flächenhafte, also fast ruderförmige Ausbreitung aufweisen, während die folgenden einen gleichbleibenden runden Querschnitt und damit schlanke grätenartige Form annehmen.

Behufs Artikulation der Rippen mit den Wirbeln ist das Proximalende der ersteren meist nur einfach verbreitert, bei anderen hingegen (so bei Hylonomus, Fig. 34) in ein Capitulum und ein Tuberculum gegabelt. In ersterem Falle wird die Rippe entweder und zwar bei Branchiosaurus (vergl. Fig. 25), Pelosaurus (vergl. Fig. 3), Melanerpeton und Sclerocephalus von kräftigen Querfortsätzen, oder aber ohne Hülfe solcher direkt vom Wirbel getragen und ist dann zu diesem Zwecke ihre Artikulationsfläche schwach concav ausgeschweift (Petrobates, Archegosaurus). Auch bei Discosaurus (Fig. 36) ist diese Verbindungsweise im vorderen Abschnitte der Rumpfwirbelsäule sehr deutlich ausgeprägt, während sich weiter hinten eine ausgesprochene Zweiköpfigkeit der zugleich schlanke Gestalt annehmenden Rippen einstellt. Darin, dass das Capitulum der letzteren auf einem Intercentrum, das Tuberculum auf dem nächst folgenden Centrum artikulirt, offenbart sich ein sehr ursprüngliches Stadium der Verbindung von Rippe und Wirbel.

Nach dem Becken zu nehmen die Rippen stets an Länge und Stärke ab und werden zuletzt ganz stummelartig, bis unvermittelt das stämmige, durch seine Grösse und Dicke direkt sich verrathende Sacralrippenpaar folgt, an

welches sich wie Seite 19 bereits dargelegt, 5 bis 8 Paar auffallend kräftiger und langer, bei Petrobates hakenförmig gekrümmter, sonst gerader Caudalrippen anschliessen.

Der eigenartigste Theil aber des ganzen Stegocephalen-Skeletts ist der **Schultergürtel** (vergl. Fig. 37 bis 41), welcher mit demjenigen der Urodelen so wenig Gemeinsames hat, dass die Entzifferung seiner Elemente, so lange man sie mit denen der Lurche verglich, mit den grössten Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, zumal da bei der fossilen Ueberlieferung eine Zusammendrückung des ursprünglich hufeisenförmigen Vertikalbogens in eine horizontale Ebene und damit Hand in Hand eine Verschiebung der Einzeltheile stattgefunden hat.

Während der Schultergürtel unserer lebenden Urodelen wesentlich aus Knorpellamellen besteht und Knochengewebe nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt, tritt letzteres bei den Stegocephalen weit mehr in den Vordergrund und verleiht dem ganzen Apparat einerseits eine grössere Solidität, anderseits aber zugleich auch den Habitus eines primitiven Reptilien-Schultergürtels. Es besitzen mit anderen Worten die Stegocephalen einen Schultergürtel, welcher zugleich mit manchen anderen Zügen von gemeinsamen Ahnen her auf sie, sowie auf die Proganosaurier und von diesen auf spätere Reptilien vererbt worden ist, während bei der Entwicklung gewisser Stegocephalen zu den modernen Urodelen die Tendenz zur Verknöcherung des Brust-Schultergürtels fast vollständig schwand.

Das Sternum der Stegocephalen blieb fast ausnahmslos knorpelig; nur bei Hylonomus (Figur 40) stellt sich in demselben ein Mosaik kleinster Kalkblättchen ein. Dahingegen legte sich überall auf dessen ventrale Seite eine desto ausgedehntere und stärkere unpaarige Knochenplatte, das Episternum auf, welches in dieser seiner beträchtlichen Entwicklung das auffälligste Element des Schultergürtels aller Schuppenlurche bildet. Dabei ist seine Gestaltung fast bei jeder Stegocephalengattung verschieden und zwar dann für jede der letzteren so charakteristisch, dass man die Mehrzahl derselben, in unserer sächsischen Fauna sogar fast alle Genera direkt an

faltung, welche jedenfalls dazu dient, dem Zahnkegel grössere Festigkeit zu verleihen, beschränkt sich nun bei manchen Geschlechtern, so bei Pelosaurus, auf die untere Hälfte des Conus, während sie bei anderen, so bei Archegosaurus, sich fast bis zur Spitze erstreckt. Hand in Hand damit steigert sich die Tiefe der Radiärfalten von schwachen, kaum merklichen Längsleisten bis zu derben, fächerartig bis weit nach der Mitte vorspringenden Lamellen (vergl. Figur 20 bis 24).

Da die Zahnsubstanz ziemlich vergänglich ist, so sind nach ihrem Verschwinden sehr oft nur die Steinkerne, also die inneren Abgüsse der Pulphöhle überliefert, an denen sich jedoch der oben skizzirte Zahnbau naturgemäss viel deutlicher zu erkennen giebt, als an den wohlerhaltenen Zähnen selbst.

Soweit, dass die Radiärfalten nicht mehr eben, sondern in mäandrischen Windungen dicht aneinander gedrängt die Pulphöhle einengen, wie solches bei der danach als Labyrinthodonten bezeichneten Unterordnung der Stegocephalen der Fall ist, bis zu diesem Grade der Komplikation ist der Zahnbau bei keinem Schuppenlurch unseres sächsischen Rothliegenden gediehen.

Was nun die **Wirbelsäule** der letzteren anbetrifft, so muss deren Bau, trotz aller Modifikationen, welchen er unterworfen ist, durchweg als ein sehr primitiver bezeichnet werden. Bei keinem unserer Stegocephalen geht nämlich die Verknöcherung der Wirbelsäule soweit, dass die Chorda vollständig abgeschnürt und auf gesonderte Reste innerhalb jedes Wirbelkörpers oder zwischen je zwei Wirbelkörpern reduzirt würde, — dieselbe bleibt vielmehr überall als ein kontinuirlicher Strang erhalten, während sich die Ossifikation der Wirbelkörper durchaus oberflächlich beschränkt hält. Mit letzteren verwachsen die Neuralbogen fast nie, sondern bleiben von ihnen durch eine Sutur getrennt.

Den primitivsten Wirbelbau weisen die Phyllospondyli (Branchiosaurus, Pelosaurus und Melanerpeton) auf (Fig. 25). Bei ihnen besteht jeder Wirbel aus einem zweitheiligen oberen Bogen mit dem paarig angelegten Dornfortsatz und den vorderen und hinteren Gelenkfort-

sätzen. Jeder Seitenschenkel dieses oberen Bogens biegt sich an seiner Basis nach aussen um und setzt sich auf die Oberfläche eines sehr kräftigen knorpeligen Querfortsatzes fort. Die Ossifikation des Wirbelkörpers selbst beschränkt sich auf zwei zarte symmetrische Knochenblätter (daher **Phyllospondyli**), welche die ventrale Hälfte der Chorda rinnenförmig umfassen, in der ventralen Mittellinie aneinanderstossen, sich seitlich auf die Unterseite

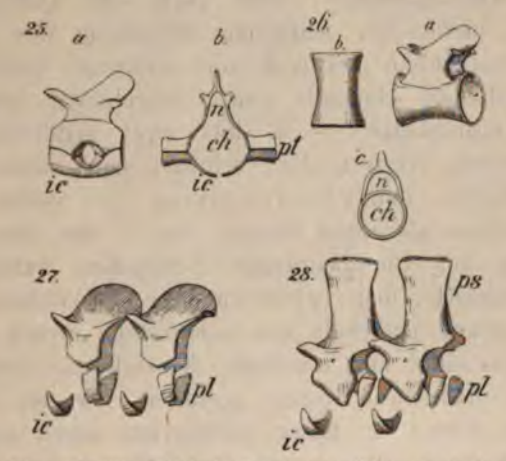


Fig. 25—28. Wirbel sächsischer Stegocephalen und zwar:

Fig. 25 von Branchiosaurus. — *a* von der Seite. *b* von vorn.
- 26 - Hylonomus. — *a* von der Seite. *b* von unten. — *c* im Verticalschnitt.
- 27 - Discosaurus.
- 28 - Archegosaurus.

n = Rückenmark. — *ch* = Chorda u. deren Knorpelscheide.
ps = Processus spinosus. — *pt* = Querfortsätze.
pl = Pleurocentra. — *ic* = Intercentrum.

der Querfortsätze erstrecken und wohl als Intercentra anzusprechen sind.

Ein solcher Phyllospondylus besteht demnach aus einer von vier zarten Knochenblättern gebildeten Röhre, welche sowohl das Rückenmark als die Chorda umschliesst (Fig 25 *b*, *n* und *ch*) und seitlich in sehr kräftige, aber ebenfalls dünnwandige Querfortsätze (*pt*) ausläuft.

Bei den **rhachitomen** Stegocephalen (**Temnospondyli**) tritt insofern eine bedeutungsvolle Modifikation ein, als sich am Aufbau ihrer Wirbel ein eigentliches Cen-

ihrem Episternum erkennt. Bei Branchiosaurus (Fig. 37) besteht dasselbe aus einer abgerundet fünfseitigen, vorn tief zerschlitzten, verhältnissmässig dünnen glatten Knochenlamelle. Bei Pelosaurus (Fig. 38) stellt es eine quer zur Medianlinie liegende rhombische Platte von beträchtlicher Dicke und mit kräftiger radiärer Ossifikationsstruktur vor, während es bei Archegosaurus und



Fig. 37—41. Schultergürtel von der Ventralseite, und zwar:
Fig. 37 von Branchiosaurus (in 3facher Vergrösserung),
- 38 - Pelosaurus - 2 - -
- 39 - Discosaurus - 2 - -
- 40 - Hylonomus - 3 - -
- 41 - Archegosaurus ca. $^1/_4$ der natürlichen Grösse.
e = Episternum. — *s* = Kalkpflaster im Sternum oder im Knorpel des Coracoides. — *cl* = Claviculae. — *sc* = Scapulae. — *c* = Coracoidea.

Sclerocephalus die Form eines namentlich in der Mitte sehr dicken, in der Symmetrielinie lang gestreckten Rhombus aufweist (Fig. 41). Die grösste Aehnlichkeit aber mit dem Episternum der Reptilien und zugleich auch mit der zeitgenössischen Palaeohatteria erlangt dasselbe bei Discosaurus (Fig. 39) und Melanerpeton, sowie bei den auch in anderer Beziehung am meisten zu den Reptilien hinneigenden Hylonomus (Fig. 40) und P
bates, indem es hier die Gestalt eines vorn ausg

hinten in einen langen Stiel auslaufenden Fächers annimmt.

Auf die vordere Hälfte der ventralen Fläche dieser Episterna legen sich nun beiderseits die ebenfalls vielgestaltigen Claviculae auf. Gemeinsam ist ihnen allen die Ausbreitung dieses ihres medialen Theiles, die knieförmige Krümmung, mit welcher sie sich von der Bauchseite nach oben wenden und endlich die stabförmige Zuspitzung ihres aufsteigenden Endes, durch welches sie in Verbindung mit der Scapula treten. Die gleichfalls für jede unserer Stegocephalen-Gattungen charakteristische Formverschiedenheit dieser Claviculae wird hervorgebracht durch das Mass ihrer ventralen Ausbreitung, sowie durch die in umgekehrtem Verhältniss zu dieser letzteren stehende Länge und Zartheit des nach oben gerichteten Stückes. Die schlankste Gestalt erhalten auf diese Weise die spangenförmigen Claviculae von Hylonomus, während diejenigen von Archegosaurus in ihrer breitdreieckigen Form mit ihrem kurzen Stiel das andere Extrem repräsentiren.

Es ist kaum zweifelhaft, dass bei einer Anzahl Stegocephalen das Episternum und die Claviculae noch in ihrer ursprünglichen Anlage, nämlich als Hautknochen vorhanden waren, bei anderen hingegen bereits in das innere Skelett aufgenommen worden sind, ähnlich wie auch der ventrale Schuppenpanzer bei einigen Stegocephalen schon zum Bauchrippensystem geworden ist. So weisen dieselben z. B. bei Archegosaurus eine den Hautknochen des Schädels ganz entsprechende grubige Skulptur der Aussenseite auf, auch schmiegen sich die nach vorn divergirenden Schuppenreihen des Bauchpanzers genau der spitzen Hinterecke des rhombischen Episternums an, ja legen sich auf dessen hier glatte, sich schräg abdachende Ränder auf, so dass dasselbe augenscheinlich gleichfalls dem Hautskelette angehört hat. Daher rührt auch die noch immer vielfach auf alle Stegocephalen angewandte Bezeichnung dieser 3 Knochenplatten als mittlere und seitliche Kehlbrustplatten. Bei Branchiosaurus, Melanerpeton, Discosaurus und Hylonomus hingegen fehlt dem Episternum und den Schlüsselbeinen jene charak-

teristische Hautknochenskulptur, ihre Oberfläche ist glatt wie die der übrigen Knorpelknochen, ausserdem aber ziehen sich die Reihen des Schuppenpanzers ununterbrochen und unbeeinflusst quer unter dem Episternum und den Claviculis hinweg, — lauter Thatsachen, welche diese Knochen als Theile des inneren Skelettes kennzeichnen.

Nachdem die „Kehlbrustplatten" der Stegocephalen namentlich auch auf Grund der Analogien mit den primitivsten der Reptilien, den Hatterien und deren Vorläufern, den Palaeohatterien, als Episternum und Claviculae erkannt worden sind, erklären sich die zwei anderen Knochenpaare unschwer. Für Coracoidea müssen die früher als Scapulae aufgefassten, meist halbmondförmigen Knochenplatten angesprochen werden, welche sich bei allen unseren Stegocephalen in symmetrischer Lage, die bogenförmige Rundung der Medianlinie zugewandt, etwas hinter dem Episternum oder zu beiden Seiten seines stielförmigen Fortsatzes finden. Als Verknöcherungen der Scapulae ergeben sich schliesslich jene beiden Knochenspangen von schwachgebogener, stabförmiger oder löffelartiger Gestaltung, welche sich bei einigermassen günstigem Erhaltungszustande des Schultergürtels thatsächlich noch mit den nach oben gewandten stielförmigen Fortsätzen der Claviculae in Berührung befinden, mit denen sie bei Lebzeiten des Thieres in Verbindung gestanden haben.

Im Gegensatze zu der Uebereinstimmung des Schultergürtels der Stegocephalen mit demjenigen der Reptilien ist das Becken einer Anzahl der ersteren durchaus das unserer Urodelen (vergl. Figur 42 und 43). Wie bei diesen wird es mit Hülfe eines kräftigen Rippenpaares von nur einem Sacralwirbel getragen und besteht z. B. bei Branchiosaurus und Pelosaurus (Fig. 42 u. 43) aus nur zwei paarigen Knochen, den seitlichen, cylindrischen, an den Enden meisselförmig verbreiterten Ileen (*i*) und den ventralen, dreiseitigen, mit ihren meist abgerundeten Spitzen nach hinten gerichteten Ischien (*is*), — die Hüftgelenkpfanne ist knorpelig verblieben. Dahingegen offenbart sich bei den auch sonst mit reptilienhaften Zügen ausgestatteten Gattungen Hylonomus, Petrobates und Discosaurus auch im Becken eine ähn-

liche Annäherung dadurch, dass sich halbmond- oder scheibenförmige Verknöcherungen der Pars pubica, also sekrete **Schambeine** (p) einstellen (Fig. 44 und 45), während gleichzeitig die Ilea stämmigere gedrungenere Gestalt annehmen und sich an beiden Enden stärker ausbreiten. Auf diese Weise erlangt das Becken dieser Stegocephalen eine grosse Aehnlichkeit mit demjenigen der Proganosaurier, so von Palaeohatteria, mit welcher dieselben ja auch u. A. die Uebereinstimmung des Schultergürtels theilen.

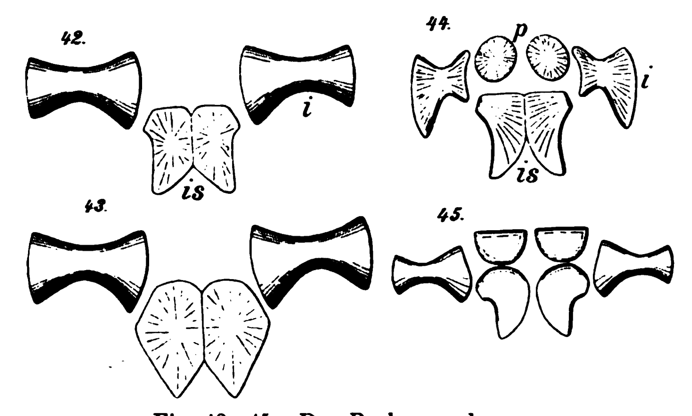


Fig. 42—45. Das Becken und zwar:
Fig. 42 von Branchiosaurus, Fig. 44 von Discosaurus,
- 43 - Pelosaurus, - 45 - Petrobates.
i = Ilea (Darmbeine). — is = Ischia (Sitzbeine). — p = Pubica (Schambeine).

Das **Gliedmassenskelett** unserer Schuppenlurche harmonirt vollständig mit demjenigen der Urodelen, indem es sich aus Knochenröhren mit knorpeligen Gelenkenden zusammensetzt. Nur bei Sclerocephalus bauen sich die Extremitäten aus soliden Knochen auf. Die Hinterextremitäten sind stets etwas länger als die vorderen. Der Grad der Ossifikation von Carpus und Tarsus ist ebenso wie bei den modernen Lurchen grossen Schwankungen unterworfen. Bei Branchiosaurus, Pelosaurus und Melanerpeton bleiben Hand- und Fusswurzel unverknöchert, hinterlassen dann in fossilem Zustande keinerlei Spuren, sondern an ihrer Stelle nur eine breite Lücke (vergl. Figur 2 und 3). Minimale, der Hand und dem Fusse

angehörige Knochenblättchen haben Discosaurus, Hylonomus und Petrobates aufzuweisen. Bei Archegosaurus und Sclerocephalus hingegen gelangen wohl sämmtliche Carpal- und Tarsalelemente zur Verknöcherung. So besteht ein von Quenstedt abgebildeter Tarsus von Archegosaurus aus 10 Knochenstücken, einem Fibulare, Intermedium und Tibiale, 5 Tarsalien und 3 Centralien.

Im höchsten Grade bezeichnend für die niedrige Stellung der Stegocephalen ist ihr **Entwicklungslauf,** im Beginne dessen sie einen Larvenzustand mit Kiemenathmung durchzumachen hatten. Die Kette von



Fig. 46. Schädel und Zähnchen-Reihen der Kiemenbogen einer Larve von Branchiosaurus amblystomus Cred. in 3maliger Vergrösserung.
Darunter einige stärker vergrösserte Kiemenbogenzähnchen (*br*).

Veränderungen, aus welchen sich diese Metamorphose zusammensetzt, ist nirgends so vollständig überliefert, als durch den Hauptvertreter der nieder-hässlicher Quadrupeden, Branchiosaurus amblystomus Cred. Eine Suite Hunderter wohlerhaltener Exemplare aus allen Stadien seiner Entwicklungsgeschichte führt uns die Uebergänge von den kleinsten, überhaupt überlieferbaren, 28 bis 30 mm langen Larven bis zu den ausgewachsenen, reifen Individuen von 100 bis 120 mm Länge in kontinuirlicher Reihe vor Augen. Der Larvenzustand von Branchiosaurus kennzeichnet sich, wie bemerkt, durch Kiemenathmung. Selbstverständlich sind die Kiemen selbst als zarte büschelförmige Hautanhänge der Kiemenbogen nicht überliefert, dahingegen waren diese letzteren

auf ihren einander zugewandten Rändern dicht mit kleinen kalkigen und deshalb erhaltungsfähigen Zahnspitzchen, den Kiemenbogenzähnchen, besetzt. Diese sind es, welche als fast einzige Ueberreste des Kiemenbogenapparates überhaupt Kunde davon geben, dass jene Larven bei Lebzeiten mit Kiemen ausgestattet gewesen sind. In zuweilen fast vollkommen geradlinigen, oft aber auch wellig gebogenen Reihen ziehen sich diese kommaartig gestalteten, spitzkonischen Zähnchen vom Hinterrande des Larvenschädels aus in 2 divergirenden Gruppen, jede aus 6 Reihen gebildet, links und rechts nach hinten. An die Enden ihrer ursprünglichen Träger, der 4 knorpeligen Kiemenbogen, hefteten sich früher die am Halse frei heraussstehenden Kiemen an. Im Laufe der Metamorphose gingen letztere verloren und gleichzeitig mit ihnen schwand der grösste Theil des Kiemenbogenapparates. In Folge dessen fehlen auch bei allen grösseren Individuen von Branchiosaurus jene Zähnchenreihen; — erstere sind von der Kiemenathmung zur Lungenathmung übergegangen, in den Zustand der Reife übergetreten. Gleichzeitig mit dieser, der Entwicklungsgeschichte unserer Molche entsprechenden Metamorphose gehen jedoch noch eine Reihe anderer Veränderungen im Skelettbau von Branchiosaurus vor. Der Schädel spitzt sich mehr zu, — in Folge einer rückwärts gerichteten Wanderung des Beckens nimmt die Anzahl der praesacralen Wirbel mit dem Alter zu, diejenige der Schwanzwirbel ab, der Rumpf streckt sich also mehr in die Länge, während sich der Schwanz verkürzt, — die Gliedmassen werden kräftiger und stämmiger, — zugleich aber vollzieht sich die Herausbildung eines Schuppenpanzers zunächst der Bauchfläche, von wo aus er sich jedoch schliesslich auch auf die Unterseite der Extremitäten und des Schwanzes ausdehnt. Die das Wasser bewohnende, mit Kiemen athmende, nackte Larve ist zum lungenathmenden, für den Aufenthalt auf dem Lande tauglichen reifen Schuppenlurch geworden.

Auch bei jugendlichen Exemplaren von Melanerpeton, hat Fritsch verkalkte Reste des Kiemenbogenapparates nachgewiesen; ebenso finden sich Andeutungen

derartiger Gebilde bei Pelosaurus. Aber nicht nur die im Gesammthabitus ihres Skelettbaues überhaupt den Urodelen nächststehenden Phyllospondyli haben ein kiemenathmendes Larvenstadium durchlaufen. Gleiches gilt vielmehr auch von Archegosaurus, also dem Hauptvertreter der rhachitomen Schuppenlurche, dessen Entwicklungsgeschichte nach der Abbildung der Jugendformen zu schliessen, welche H. v. Meyer in seiner Monographie über diesen Lurch giebt, derjenigen von Branchiosaurus ganz analog verlaufen ist, nur dass sich der Bauchpanzer etwas früher eingestellt zu haben scheint.

---

2. Die Proganosaurier.

Wie bereits oben hervorgehoben, sind reptilienartige Vierfüssler in der Fauna von Nieder-Hässlich nur durch höchst primitive Formen und, verglichen mit dem Gestalten- und Individuenreichthum der Stegocephalen, auch durch solche erst schwach vertreten. Verhältnissmässig am häufigsten und deshalb am genauesten bekannt sind die Reste von **Palaeohatteria.** Sie war, wie dies durch den ihr verliehenen Namen angedeutet werden soll, ein in vielen Beziehungen der neuseeländischen Hatteria verwandter rhynchocephalenartiger Urvierfüssler. Als solchem sind ihr mit ersterer, zum Theil als Merkmale eines sehr primitiven Zustandes, folgende Hauptzüge gemeinsam: Die Chorda dorsalis stellt noch einen kontinuirlichen Strang vor, um welchen die Wirbelcentra kräftige biconcave Knochenhülsen bilden (Fig. 49), — zwischen je 2 derselben schiebt sich in der ganzen Hals- und Rückenwirbelsäule von unten ein kleines keilförmiges Intercentrum, — letzteres gestaltet sich in der Schwanzwirbelsäule zum umgekehrt stimmgabelförmigen unteren Bogen um (Fig. 50), — der obere Bogen ist mit dem Wirbelcentrum nicht verwachsen, sondern bleibt von ihm durch eine Naht separirt, — die 2 oder 3 Sacralwirbel sind nicht verschmolzen, vielmehr getrennt und tragen abgegliederte Rippen.

Die **Schädeldecke** von Palaeohatteria (Fig. 47 und 48) verleugnet zwar gewisse Beziehungen zu der-

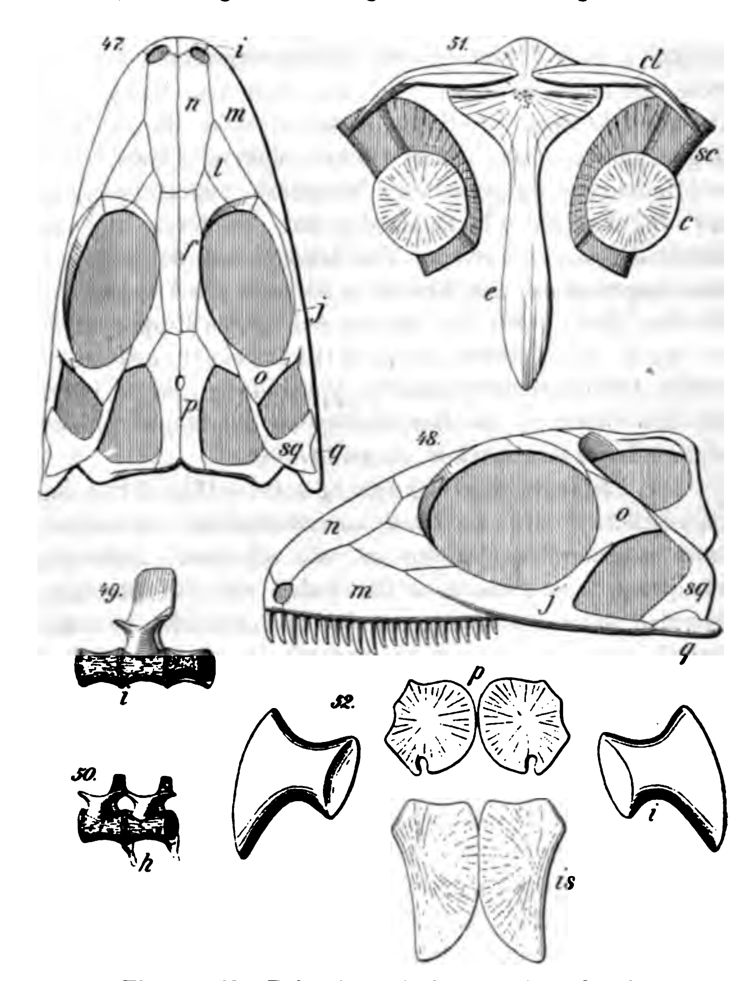


Fig. 47—52. Palaeohatteria longicaudata Cred.

Fig. 47. Die Schädeldecke. — Fig. 48. Der Schädel von der Seite. *i* = Intermaxillaria. — *m* = Maxillaria. — *n* = Nasalia. — *f* = Frontalia. — *p* = Parietalia. — *l* = Lacrymalia. — *j* = Jugalia. — *o* = Postorbitalia. — *sq* = Squamosa. — *q* = Quadrata.

Fig. 49. Drei Rumpfwirbel mit den Intercentren (*i*). — Fig. 50. Zwei Schwanzwirbel mit dem hinteren Bogen (*h*). — Fig. 51. Der Schultergürtel. *c* = Episternum. — *cl* = claviculae. — *sc* = Scapulae. — *c* = Coracoidea. Fig. 52. Das Becken. — *i* = Ilea. — *is* = Ischia. — *p* = Pubica.

jenigen der Stegocephalen nicht, wird aber abweichend von dem geschlossenen Dache der letzteren ausser durch

die Augenhöhlen, Nasenlöcher und das Foramen parietale noch durch je ein oberes und unteres Schläfenloch unterbrochen, welche rings von 3 Knochenbrücken, einem vertikalen und 2 horizontalen Bogen umrahmt werden. Diese schmalen Brücken und die zwischen ihnen sich öffnenden Lücken resultiren dadurch, dass die bei den Stegocephalen zum dicht schliessenden Dache der Schläfengegend ausgebreiteten Squamosa, Supratemporalia und Jugalia an Flächenausdehnung verlieren und zu schmalen Spangen werden. Von den Knochen der Schädelbasis tragen ausser den Kiefern auch noch die Vomera und Palatina Zähne. Mit den langen gebogenen Rippen steht ein stark entwickeltes Abdominalskelett aus zahlreichen Ossifikationssträhnen in Verbindung, deren jedes sich aus vielen an die Bauchschuppen der Stegocephalen erinnernden Einzelstücken zusammenfügt.

Die Elemente des Schultergürtels (Fig. 51), das langgestielte, vorn zu einer querrhombischen Knochenplatte ausgebreitete Episternum, die schwach knieförmig gebogenen, spangenartigen Claviculae und die plattigen Scapulae, die rundlichen, fensterlosen Coracoidea besitzen sämmtlich eine grosse Aehnlichkeit mit den entsprechenden Knochen von Hatteria und anderen recenten und fossilen Reptilien, — anderseits aber auch eine fast völlige Uebereinstimmung mit denjenigen gewisser Stegocephalen, namentlich von Discosaurus, Melanerpeton, Petrobates und Hylonomus. (Vergl. Fig. 39 u. 40.)

Der bereits in diesen seinen verwandtschaftlichen Beziehungen zum Ausdrucke gelangende primitive Habitus des Skeletts von Palaeohatteria wird noch erhöht dadurch, dass deren sämmtliche Extremitätenknochen wie bei den Stegocephalen verhältnissmässig dünne Knochenröhren vorstellen, deren Gelenkenden nirgends ossifizirt waren, sondern in knorpeligem Zustande verblieben sind, — ferner dadurch, dass die Bezahnung des Vomers wie bei vielen Stegocephalen eine hechelartig dichte ist, — endlich dass die Zahl der Tarsusstücke im Vergleiche mit den Reptilien eine viel geringere Reduktion erfahren hat, dass also der Tarsus aus einer verhältnissmässig grossen Anzahl von Knochenstücken besteht, nämlich in

erster Reihe aus 2 grossen Platten (dem Astragalus und Calcaneus), in der zweiten Reihe aus 5 kleineren sekreten Täfelchen.

Durch diese mannigfachen Anklänge an den Skelettbau der Stegocephalen wird Palaeohatteria in eine sehr ursprüngliche Stellung in der Reihe der Reptilien, zu einem Verbindungsgliede zwischen diesen und den Stegocephalen, herabgedrückt.

Aber auch in den ganz spezifisch reptilienhaften Skelettpartien von Palaeohatteria findet sich eine Mischung von Zügen, wie sie bei den heutigen Rhynchocephalen nicht mehr auftritt. Vorzugsweise gilt dies vom Becken (Fig. 52), welches aus 3 Knochenpaaren, den beiden Ileen, Ischien und Pubicis besteht und durch die starke Verknöcherung der letzteren seinen Reptiliencharakter erhält. Dasselbe wird nun zwar ganz wie bei Hatteria von kurzen, stämmigen Rippen getragen, welche von den Körpern der Sacralwirbel getrennt, nicht mit diesen verschmolzen sind, dahingegen erhalten die sehr starken gedrungenen Ilea durch kammartige, nach vorn und hinten gerichtete Verbreiterung ihres costalen, also mit den Sacralrippen in Verbindung stehenden Endes, ferner durch Gabelung ihres Gelenkpfannen-Endes in einen vorderen nach dem Pubicum und einen hinteren nach dem Ischium gerichteten Fortsatz eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Ileum der Dinosaurier. An das Becken der Plesiosaurier hingegen erinnert die Form der nach vorn scheibenförmig ausgebreiteten Pubica und der sich weit nach hinten streckenden Ischia.

Noch auffallender fast giebt sich die Verschwommenheit der Charaktere im Bau des Humerus kund, welcher eine Kombination von Amphibien- und Reptilieneigenarten darin zur Schau trägt, dass dieser verhältnissmässig dünne Röhrenknochen wie bei den Amphibien knorpelige Gelenkenden besass, zugleich aber die Durchbohrung seines distalen Endes durch ein epicondylares Foramen aufweist, wie es im Gegensatze zu den Amphibien gewissen Reptilien zukommt.

Alle diese Züge vereinen sich, um Palaeohatteria zu einer noch sehr generell gehaltenen Urform, zu einem

liosaurus schon reiner zum Ausdruck, — dieser repräsentirt demnach bereits eine höhere Stufe in der Entwicklungsreihe jenes Vierfüsslerstammes.

So offenbart sich denn in der Quadrupeden-Fauna des Mittel-Rothliegenden von Nieder-Hässlich eine Vergesellschaftung von primitiven Mischformen, welche je nach den in ihrem Skelettbau vorherrschenden Charakteren bald sich mehr den Amphibien nähern (Stegocephalen), bald mehr zu den Reptilien hinneigen (Proganosaurier), ohne sich jedoch zum reinen Ausdruck dieser beiden Typen aufzuschwingen. Es sind weder Amphibien, noch Reptilien unseres zoologischen Systems, in dessen künstlichem Gefüge sie keinen Platz finden. Wir fassen die untrennbare Gesammtheit dieser ersten Vierfüssler und zugleich überhaupt ein inneres Knochenskelett erzeugenden Thiere zusammen als Klasse der **Eotetrapoda** (Urvierfüssler).

Bei den rhachitomen und phyllospondylen Stegocephalen (vertreten durch Archegosaurus, Discosaurus, Sclerocephalus, sowie durch Branchiosaurus, Melanerpeton und Pelosaurus) dominirt im Allgemeinen die Organisation der Urodelen, spiegelt sich auch im Durchlaufen eines Larvenzustandes mit Kiemenathmung ab, wird jedoch wesentlich modifizirt 1. durch eine Anzahl z. Th. auch bei Fischen persistent gebliebener embryonaler Merkmale, so die kontinuirliche Chorda und die nur partielle oberflächliche Knochenbedeckung derselben, ferner die hechelartige Bezahnung der Gaumenknochen, endlich die knorpelige Gelenkverbindung des Hinterhauptes mit der Wirbelsäule; — 2. durch den froschartigen Bau der Schädelbasis; — 3. durch Gemeinsamkeiten mit den Reptilien im Knochenskelett des Brust-Schultergürtels (knöcherne Claviculae, Scapulae, Coracoidea und Episternum), — in der Zusammensetzung der Schädeldecke, an welcher sich Postfrontalia, Postorbitalia, Jugalia, Supratemporalia und Lacrymalia betheiligen, — im Besitz eines Scleralringes und eines Foramen parietale, — sowie (bei Discosaurus) in der Ossifikation der Pubica.

werden die Ossifikationsstreifen kürzer und gelangen nicht mehr zur Verbindung mit den Rippen, liegen also frei in der Bauchwand. Bereits in der grossen Zahl der je einem Rippenpaare zukommenden Winkelsträhnen und der diese letzteren zusammensetzenden Einzelstücke, sowie in der dadurch bedingten unverkennbaren Aehnlichkeit des Abdominalskeletts von Kadaliosaurus mit dem Bauchpanzer gewisser Stegocephalen (z. B. Pelosaurus und Archegosaurus) giebt sich ein höchst primitives Stadium der Umbildung des letzteren aus einem Hautskelett zu einem innerhalb der Bauchwand gelegenen Bauchrippensystem kund.

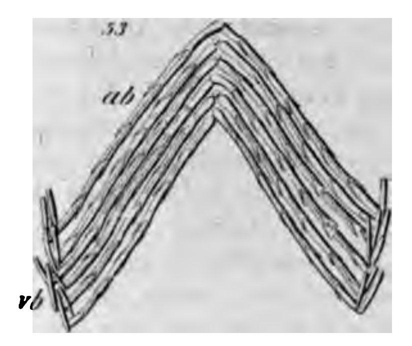


Fig. 53. Theil des Bauchrippensystems von Kadaliosaurus priscus Cred.
ab = abdominale Ossificationssträhnen. — *vb* = Verbindungsstücke mit den Rumpfrippen.

Die Extremitätenknochen von Kadaliosaurus unterscheiden sich durch auffällig lange und schlanke Gestalt, namentlich aber durch ihre und zugleich auch ihrer Gelenkenden solide Verknöcherung von den entsprechenden Knochenröhren mit knorpeligen Enden, wie sie Palaeohatteria aufweist. Die Femora besitzen eine verhältnissmässig sehr starke ∽förmige Krümmung. Das distale Ende des Humerus wird von einem Foramen ectepicondyloideum durchbohrt.

In der vollständigen Ossifikation der Extremitätenknochen und deren Condylen manifestirt sich gegenüber Palaeohatteria bereits ein wesentlicher Fortschritt der Spezialisirung in der Richtung nach den Reptilien, — der Charakter der letzteren gelangt dadurch bei Kada-

liosaurus schon reiner zum Ausdruck, — dieser repräsentirt demnach bereits eine höhere Stufe in der Entwicklungsreihe jenes Vierfüsslerstammes.

So offenbart sich denn in der Quadrupeden-Fauna des Mittel-Rothliegenden von Nieder-Hässlich eine Vergesellschaftung von primitiven Mischformen, welche je nach den in ihrem Skelettbau vorherrschenden Charakteren bald sich mehr den Amphibien nähern (Stegocephalen), bald mehr zu den Reptilien hinneigen (Proganosaurier), ohne sich jedoch zum reinen Ausdruck dieser beiden Typen aufzuschwingen. Es sind weder Amphibien, noch Reptilien unseres zoologischen Systems, in dessen künstlichem Gefüge sie keinen Platz finden. Wir fassen die untrennbare Gesammtheit dieser ersten Vierfüssler und zugleich überhaupt ein inneres Knochenskelett erzeugenden Thiere zusammen als Klasse der **Eotetrapoda** (Urvierfüssler).

Bei den rhachitomen und phyllospondylen Stegocephalen (vertreten durch Archegosaurus, Discosaurus, Sclerocephalus, sowie durch Branchiosaurus, Melanerpeton und Pelosaurus) dominirt im Allgemeinen die Organisation der Urodelen, spiegelt sich auch im Durchlaufen eines Larvenzustandes mit Kiemenathmung ab, wird jedoch wesentlich modifizirt 1. durch eine Anzahl z. Th. auch bei Fischen persistent gebliebener embryonaler Merkmale, so die kontinuirliche Chorda und die nur partielle oberflächliche Knochenbedeckung derselben, ferner die hechelartige Bezahnung der Gaumenknochen, endlich die knorpelige Gelenkverbindung des Hinterhauptes mit der Wirbelsäule; — 2. durch den froschartigen Bau der Schädelbasis; — 3. durch Gemeinsamkeiten mit den Reptilien im Knochenskelett des Brust-Schultergürtels (knöcherne Claviculae, Scapulae, Coracoidea und Episternum), — in der Zusammensetzung der Schädeldecke, an welcher sich Postfrontalia, Postorbitalia, Jugalia, Supratemporalia und Lacrymalia betheiligen, — im Besitz eines Scleralringes und eines Foramen parietale, — sowie (bei Discosaurus) in der Ossifikation der Pubica.

Von allen diesen Stegocephalen kommt bei Branchiosaurus der Urodelencharakter noch am meisten zum Ausdruck, während Discosaurus als Sinnbild der Vereinigung von Zügen verschiedengradiger Organisation gelten kann; mit seiner embryonalen rhachitomen Wirbelsäule steht ein reptilienhafter Dachschädel in knorpeliger Verbindung, — die froschartige Schädelbasis mit fischähnlicher Hechelbezahnung, — die Rippen im vorderen Rumpfabschnitte einköpfig, im hinteren gegabelt und dann mit dem Capitulum auf dem Intercentrum articulirend, — der Brustgürtel und das Becken reptilienartig, letzteres jedoch von nur einem Sacralwirbel getragen, — die Extremitätenknochen mit Knorpelenden, — das Schuppenkleid gymnophionenähnlich!

Bei den hülsenwirbligen Stegocephalen Hylonomus und Petrobates kommt der Reptiliencharakter durch die langen, gebogenen Rippen, die Verknöcherung der Pubica, die längere Schwanzwirbelsäule, die Umbildung des Bauchpanzers zu einem Bauchrippensystem (bei Petrobates) schon mehr zur Geltung.

Bei den Palaeohatterien dominirt der Skelettbau der Rhynchocephalen, weist jedoch neben dem an und für sich schon sehr generellen Gesammthabitus der letzteren auch schon Anklänge an die Dinosaurier auf, wird aber anderseits durch primitive Züge, wie röhrenförmige Extremitätenknochen mit knorpeligen Apophysen, Hechelbezahnung des Vomers, geringe Reduktion der Zahl der Tarsusknochen, Gleichartigkeit der Kieferzähne, strähnige, aus vielen Einzelstücken bestehende Bauchrippen, den Stegocephalen noch näher gerückt.

Bei Kadaliosaurus endlich gelangt die Reptiliennatur namentlich durch kräftigere Verknöcherung der Wirbelcentra, solide Ossifikation der Extremitäten und deren Gelenkenden, sowie durch das ectepicondylare Foramen im Humerus zum verhältnissmässig reinsten Ausdruck, dahingegen besitzt sowohl der Tarsus wie das Bauchrippensystem noch eine höchst ursprüngliche Zusammensetzung.

Der Gesammteindruck, welchen das Studium der nieder-hässlicher Rothliegend-Fauna hinterlässt, ist somit ein höchst fremdartiger. Die Quadrupeden, die sich in ihr vergesellschaftet finden, zeichnen sich sämmtlich durch

das Dominiren primitiver Eigenschaften und durch einen indifferenten Gesammthabitus aus. Sie gehören verwandtschaftlichen Gruppen an, die einerseits durch die Verschwommenheit ihrer Züge fast miteinander verfliessen, andererseits aber doch jede für sich bereits eine gewisse Bevorzugung solcher Eigenthümlichkeiten wahrnehmen lassen, welche in den Faunen späterer Zeiträume auf Kosten der primitiven und generellen Züge mehr in den Vordergrund treten und hier die Differenzirung des scharf ausgeprägten Amphibien- und Reptilientypus bedingen. Trotz ihrer allgemein gehaltenen Organisation und ihres damit in Zusammenhang stehenden hohen Alters weisen doch die Divergenzen, welche sich innerhalb dieser Fauna bereits vollzogen haben, darauf hin, dass die Ahnen der Vierfüssler in noch älteren Formationen zu suchen sind, als selbst im unteren Perm.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche naturwissenschaftliche Abhandlungen.

——→ Heft 16. ←——

Das Sturmwarnungswesen an den Deutschen Küsten.

Von

Prof. Dr. W. J. van Bebber.

Abtheilungsvorstand der Deutschen Seewarte.

Mit 1 Tafel und 5 Holzschnitten.

Sonder-Abdruck aus der

„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“

Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1891.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Schon am Ausgange des vorigen Jahrhunderts wies Lavoisier darauf hin, dass es möglich sei, auf Grund der Beobachtungen des Luftdruckes, des Windes, der Luftfeuchtigkeit und der Himmelsschau auf ein oder zwei Tage das Wetter mit einer grossen Wahrscheinlichkeit des Eintreffens vorherzusagen. Einige Jahre später, nach Erfindung des optischen Telegraphen, machte Romme, Deputirter der Constituante im Jahre 1793, ausdrücklich darauf aufmerksam, dass man durch diese Einrichtung im Stande wäre, Seefahrer und Landwirthe vor gefahrdrohenden Witterungsvorgängen, insbesondere Stürmen, rechtzeitig zu warnen. Indessen fielen diese Ideen in eine Zeit, in welcher die Wirren der französischen Revolution alle Geister in Aufregung versetzt hatten und daher kamen sie nicht zur weiteren Verwendung.

In Deutschland war es Brandes, welcher zuerst die Wichtigkeit des Studiums der Einzelerscheinungen, die sich auf grösserem Gebiete gleichzeitig abspielen, ausdrücklich hervorhob und dabei insbesondere betonte, dass die Kenntniss des Fortrückens der Gegend mit tiefstem Barometerstande von einem Orte zum anderen praktisch von der grössten Wichtigkeit sei, indem hiermit die Fortpflanzung der Stürme im Zusammenhang stände. Der weitere Ausbau dieser Idee hätte ohne Zweifel zu der synoptischen Methode neueren Stiles geleitet und zu richtigen Anschauungen über allgemeine atmosphärische Vorgänge geführt, wären jene nicht durch die glanzvollen Untersuchungen Dove's überstrahlt worden. Bis noch vor wenigen Jahren waren diese sehr verdienstvollen Arbeiten von Brandes so gut wie nicht bekannt.

Die Untersuchungen von Espy, Reid, Redfield, Piddington und Thom legten die Gesetzmässigkeit der tropischen Wirbelstürme klar und ihre Versuche, das Gesetz der Stürme in der praktischen Schifffahrt zu verwerthen, waren von so entschiedenem Erfolge gekrönt, dass der Seemann denselben unbedingtes Vertrauen schenkte, wenn es auch einer späteren Zeit*) vorbehalten war, eine schärfere Fassung und tiefere Begründung dieser Gesetze zu geben und dadurch ihre Anwendbarkeit zu erhöhen. Ganz richtig übertrug Dove die die tropischen Stürme charakterisirende Wirbelbewegung auch auf die Windbewegung in unseren Breiten, indem er behauptete, dass alle Winde, wenigstens für unsere Gegenden, Wirbelwinde seien. Indessen später gab Dove, seinem neuen Systeme zulieb, diese richtige Idee auf, wodurch ihm neue Schwierigkeiten entstanden, die Sturmphänomene jetzt seiner neuen Anschauung anzupassen. So bemerkt Dove im Jahre 1866: „Schliesslich möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass eine kartographische Darstellung der Stürme durch isobarometrische Linien ganz mit Unrecht zu der Vorstellung Veranlassung gegeben hat, dass mehr oder minder die Form aller Stürme die der Cyklonen sei. Ein Aequatorialstrom, der in stürmischer Schnelle von Südwest nach Nordost fortschreitet, erniedrigt in seinem ganzen Verlauf das Barometer und zwar in seiner Mitte am stärksten. In einem senkrechten Querschnitte des Stromes steht daher das Barometer am tiefsten in der Mitte und nimmt nach beiden Rändern hin stetig zu.“

Nachdem in den verschiedenen Ländern Telegraphenverbindungen eingerichtet waren und diese von den Zeitungen zur raschen Verbreitung von merkwürdigen Begebenheiten benutzt wurden, brachte man auch auffallende Witterungsvorgänge, insbesondere verheerende Stürme, von Verwüstungen begleitete Hagelfälle u. dgl. zur sofortigen Kenntniss des Publicums. Da man die Fortpflanzung der Stürme, nach den damaligen Anschauungen

---

*) Ausführlicheres findet sich in: van Bebber, Handbuch der ausübenden Witterungskunde. Theil I: Geschichte der Wetterprognose. Theil II: Gegenwärtiger Zustand der Wetterprognose und Die Wettervorhersage. Sämmtlich bei Enke, Stuttgart.

über Aequatorial- und Polarströme, gradlinig nach der Richtung ihres Wehens dachte, so kam man bald auf den Gedanken, dass es unschwer sei, einem Sturme, welcher sich an irgend einem Orte Europas zeige, durch den elektrischen Strom voranzueilen und so die vom Sturme bedrohten Gegenden noch rechtzeitig von der hereinbrechenden Gefahr zu unterrichten. Diese Idee wurde fast gleichzeitig (1842) von Kreil in Prag und von Piddington ausgesprochen. Beide wiesen auf die grossen Vortheile hin, welche die Schifffahrt aus der Benutzung des Telegraphen zu Sturmwarnungen ziehen könnte und Kreil insbesondere gab Vorschläge zur Organisation eines solchen Sturmwarnungssystems. „Die Wichtigkeit solcher Mittheilungen, sagt Kreil, sieht man freilich in Binnenländern nicht so klar ein, als unter seefahrenden Nationen, bei denen das Glück so vieler Familien und das Leben so manchen braven Mannes von der Stunde abhängt, in welcher ein Schiff den Hafen verlässt, oder ihn erreicht. Wenn man aber weder Mühe noch Kosten spart, um sich so bald wie möglich in die Kenntniss eines politischen Ereignisses zu setzen, das sich in fernen Landen zugetragen hat, blos um durch Kauf und Verkauf an der Börse einige Tausend zu gewinnen oder zu retten, so sollte es auch wohl der Mühe werth sein, Arbeit und Kosten anzuwenden, um länderverheerende Naturerscheinungen vorauszusehen und sich dagegen vertheidigen und schützen zu können, insofern überhaupt den schwachen Sterblichen gegen Elementar-Zufälle Vertheidigung und Schutz möglich ist.“

Solche Ideen waren aber bei dem damaligen Stande der meteorologischen Wissenschaft namentlich bei der Unvollkommenheit der Telegraphie nicht ausführbar und auch ein späterer Vorschlag Kreils (1857) hatte den gewünschten Erfolg nicht. Dagegen in den Vereinigten Staaten, wo der Telegraph schon frühzeitig eingeführt und eine grössere Verbreitung erhalten hatte und wo auch die Witterungsverhältnisse hauptsächlich durch die Arbeiten Espy's in ihren Hauptzügen bekannt geworden waren und wo Redfield und Loomis (1847) die Natur der amerikanischen Stürme und ihre Fortpflanzung eingehend untersucht hatten, kamen diese Ideen zur Durchführung.

Das System der Wettertelegraphie wurde am Ende der 50er Jahre auf Kosten der reich dotirten „Smithsonian Institution“ eingeführt, erfreute sich aber nicht der materiellen Unterstützungen durch den Staat und war dann noch auf den guten Willen der Telegraphengesellschaften angewiesen. Mit dem Ausbruche des amerikanischen Bürgerkrieges kam das Unternehmen vollständig ins Stocken. Erst im Jahre 1870 wurde in Nordamerika ein wettertelegraphisches System geschaffen, welches vom Kriegsministerium verwaltet, mit so reichen Mitteln ausgestattet wurde, dass hierin die meteorologischen Systeme aller Staaten noch jetzt weit zurückbleiben. Ueber die Organisation dieses Systems, welches durch eine auf grossen Mitteln und einer Reihe von ausserordentlichen, tief einschneidenden Massregeln beruhende, bedeutende Leistungsfähigkeit sich auszeichnet, geben die sehr umfangreichen Jahrbücher dieses Institutes werthvolle Aufschlüsse. Sämmtliche Telegraphenlinien sind verpflichtet, dreimal des Tages die erforderlichen Leitungen für den meteorologischen Dienst frei zu halten, die Wettertelegramme, welche nach reducirter Scala bezahlt werden, sind fast sämmtlich inländische. Die von der Centralstelle in Washington, dem „Signal Service“ ausgehenden Berichte haben durch die Einrichtung des „Circuit“-Systems (Abschriftnahme an eingeschalteten Zwischenstationen), sowie durch die Mitwirkung der Post- und Eisenbahnverwaltungen die rascheste und ausgedehnteste Verbreitung, ohne gerade den Telegraphen übermässig zu belasten. Die Beobachter gehören bis jetzt meistens zur Armee, stehen also unter strammer Disciplin, sind gut geschult und gut besoldet, sodass eine einheitliche und feste Organisation durchgeführt werden kann. Vom 1. Juli 1891 an steht das Signal Service ganz unter der Leitung des landwirthschaftlichen Departements, wobei die bisherigen militärischen Beamten als Civilbeamten in den Dienst dieses Institutes eintreten werden; selbstverständlich werden hierdurch durchgreifende Aenderungen im Wetterdienste hervorgerufen werden.

In Europa hatte Leverrier den weitverbreiteten und von Verwüstungen begleiteten Sturm vom 14. November

1854, welcher das Heer und die vereinigten Flotten auf dem schwarzen Meere hart bedrängt hatte, im Auftrage des Kriegsministers eingehend untersucht und derselbe gelangte zu dem Ergebnisse, dass dieser Sturm südostwärts Europa durchquert hatte und bei vorhandener telegraphischer Verbindung mit der Krim noch rechtzeitig die vom Sturm bedrohte Flotte und Armee gewarnt hätte werden können, sodass es noch möglich gewesen wäre, Vorsichtsmassregeln zu ergreifen. Im Jahre 1855 legte er die Resultate seiner Untersuchung der Akademie der Wissenschaften vor, indem er mit überzeugender Klarheit und aller Entschiedenheit auf die Vortheile hinwies, welche die Landwirthschaft, insbesondere aber die Schifffahrt aus den telegraphischen Wetterberichten ziehen könnte.

Im Jahre 1856 begann in Frankreich der wettertelegraphische Verkehr, zuerst sich auf das Inland beschränkend, dann aber sich immer weiter über Europa ausbreitend. Die Hafentelegramme, welche zunächst nur Witterungsthatbestände von französischen Stationen enthielten, begannen am 1. April 1860, seit dem August 1863 enthielten sie auch Witterungsaussichten für den folgenden Tag. Dieses System, welches sich in manchen Punkten von demjenigen der Vereinigten Staaten unterscheidet, hat sich nach und nach über ganz Europa ausgebreitet.

Im Jahre 1861 war auf den Britischen Inseln ein Sturmwarnungssystem von Admiral Fitzroy eingerichtet worden, welches zuerst allgemeinen Beifall fand und auch zur weiteren Verbreitung des Sturmwarnungswesens nicht unerheblich beitrug. Allein Fitzroy hatte sich seine Aufgabe zu leicht gestellt und sich einem gewissen Optimismus hingegeben, viele mit grosser Zuversicht ausgesprochenen Sturmwarnungen waren von Misserfolgen begleitet und hierdurch war das Vertrauen des Publicums in bedenklicher Weise erschüttert worden, sodass das Sturmwarnungswesen nach dem Tode Fitzroy's wenigstens für die ersten Jahre eingestellt wurde. Die sanguinischen Erwartungen, mit welchen man die Sturmwarnungen begonnen hatte, wurden aufgegeben und man kam zu der

Ansicht, dass zwar die Hilfsmittel beim Sturmwarnungsdienste unzulänglich seien, aber der Gegenstand für die Praxis eine so ausserordentliche Tragweite habe, dass die wissenschaftlichen meteorologischen Institute sich einerseits mit der Lösung dieses Problems eifrigst zu beschäftigen hätten und andererseits in der wirklichen Ausführung das zu leisten verpflichtet seien, was nur immer zu erreichen möglich sei. Das sind die Ansichten, welche gegenwärtig bei allen meteorologischen Instituten maassgebend sind und welche einerseits Anerkennung und Vertrauen seitens des Publicums und andererseits eine gedeihliche und segenbringende Entwickelung des Sturmwarnungswesens ermöglichen.

Auch in Deutschland fanden die Bestrebungen, den wettertelegraphischen Dienst zum Vortheile der Küstenbevölkerung zu verwerthen, lebhaften Beifall. Schon im Jahre 1862 wurden fast gleichzeitig in Preussen für die Ostsee, in Hannover, Oldenburg, Bremen und Hamburg für die Nordsee Sturmwarnungen eingerichtet. Während das erstere unter Dove mehr selbständig arbeitete, lehnte sich das letztere unter Prestel mehr den englischen Einrichtungen an. Mit der Einverleibung Hannovers, 1866, kamen beide Systeme in direkte Berührung mit einander.

Beide Systeme hatten indessen aus verschiedenen Gründen, welche theils in dem mangelhaften Material, theils in der ungenügenden Organisation lagen, nicht den gewünschten Erfolg, die vielen Misserfolge liessen das Vertrauen des Publicums zu den Sturmwarnungen nicht aufkommen.

Erst mit der Errichtung der Deutschen Seewarte mit ihren Zweigorganen, den Normalbeobachtungsstationen und den Signalstellen, wurde in Deutschland ein Witterungsdienst geschaffen, welcher allen Anforderungen entsprach, die man in damaliger Zeit an ein derartiges Institut stellen musste. Insbesondere wurde das frühere wettertelegraphische Material erheblich ergänzt und erweitert, in eine zweckmässigere Form gebracht und ein regelmässiger Wetterdienst im Interesse der Sturmwarnungen und der Wettervorhersage, der man sich jetzt nicht mehr entziehen konnte, eingeführt.

Sehen wir nun zu, welches Material der Seewarte zur Lösung ihrer Aufgabe zu Gebote steht, und wie dieses Material verarbeitet und verwerthet wird.

Das Gebiet, von welchem täglich der Seewarte Wetterdepeschen zugehen, erstreckt sich einerseits von den Westküsten der britischen Inseln ostwärts bis zur Linie Archangelsk-Charkow und andererseits von den Lofoten, innerhalb des Polarkreises, südwärts bis zur Südspitze Italiens, sodass täglich ein Ueberblick der Witterungsvorgänge und ihrer Aenderungen über fast ganz Europa ermöglicht ist. Von dem eben genannten Gebiete gehen im Laufe des Vormittags die Beobachtungen von etwa 100 meteorologischen Stationen telegraphisch ein, und zwar von 70 aus dem Auslande und von 30 aus dem Inlande. Am Nachmittage und in der unruhigeren Jahreszeit, von Mitte September bis Ende April, werden noch von einer beschränkten Anzahl Stationen des In- und Auslandes die Beobachtungen von 2 Uhr Nachmittags und 8 Uhr Abends der Seewarte mitgetheilt, so dass diese im Stande ist, die Witterungsvorgänge fast ununterbrochen auf grösserem Gebiete zu verfolgen.

Bei der Bearbeitung des Depeschenmaterials kommt es hauptsächlich darauf an, dass dieselbe systematisch und in möglichst kurzer Zeit stattfindet. Daher ist es nothwendig, dass die Depeschen in ununterbrochener und geordneter Reihenfolge kurz nach der Beobachtung einlaufen und während des Einlaufes gleichzeitig für die verschiedenen Zwecke der Wettertelegraphie, sei es zur Information oder zur Berichterstattung oder zu Anordnungen von Sturmwarnungen verwendet werden. Die Wetterdepeschen werden nach einem internationalen Schema in fünfstelligen Gruppen ausgefertigt, welchen nach Bedürfniss noch Bemerkungen über aussergewöhnliche Witterungserscheinungen beigegeben sind. Der Morgendepesche sind noch die Abendbeobachtungen beigefügt, wenn diese nicht bereits am Vorabende eingelaufen sind. Die Entzifferung der Depeschen und das Eintragen derselben in die Tabellen und in die Wetterkarten ist sehr einfach. So lautete die Berliner Depesche am 31. Mai 1891:

58610, 31197, 60012, 21168, 13600, 25131, 12400.

Entziffert: Vorabend 8 Uhr: Barometer (auf Meeresniveau red.) 758,6, Windrichtung Ostsüdost, Windstärke 3 (schwach. 0—12), Bewölkung 1 (heiter, 0—4), Temperatur 19,7° C. Morgens 8 Uhr: Barometer 760,0, Windrichtung Südost, Windstärke 2 (leicht), Bewölkung 1, Temperatur 16,8° C., feuchtes Thermometer 13,6° C., kein Niederschlag, höchste Temperatur in den letzten 24 Stunden 25°, niedrigste 13° C., Cirruswolken. Die letzteren ziehen aus West und zeigen keine Streifung.

Die telegraphische Uebermittelung beginnt an der Seewarte um 9 Uhr Morgens Ortszeit und wird mit etwa $1^1/_2$stündiger Unterbrechung bis $4^1/_2$ Uhr unterhalten, während der Abenddienst sich auf die Stunden von $8^1/_2$ bis etwa $9^1/_2$ Uhr beschränkt. Etwas nach 10 Uhr sind die inländischen Depeschen, zum Theil auch die ausländischen eingelaufen. Nun beginnt sofort die Abgabe der unterdessen fertig gestellten Wetterdepeschen nach den verschiedenen Instituten in dem Maasse, als der jetzt sehr stark besetzte Draht zwischen der Seewarte und dem Haupttelegraphenamte es gestattet. Gewöhnlich zwischen 10 und 11 Uhr kommen die Depeschen nach Paris, Brüssel, Kopenhagen, Petersburg, Stockholm, Utrecht, Wien, Zürich, Magdeburg, Chemnitz, Berlin und Breslau zur Versendung. In der Regel zwischen 11 und $11^1/_2$ Uhr langen auch die Depeschen von den britischen Inseln, aus Oesterreich, Frankreich, Finnland und Russland an, worauf dann wieder seitens der Seewarte Telegramme nach Wien, Zürich, Utrecht, Ungarn, Magdeburg, Berlin, Chemnitz, München, Stuttgart, Köln und Karlsruhe abgehen. Die Wettertelegramme aus Italien laufen erst am Nachmittage ein.

Inzwischen ist fast das sämmtliche Beobachtungsmaterial in die Arbeits-Wetterkarten eingetragen, jetzt werden die Isobaren und Isothermen oder die Verbindungslinien der Orte mit gleichem Luftdrucke und gleicher Temperatur gezogen, nachdem die Tabellen bereits fertig gestellt sind. Eine wichtige Grundlage sowohl für die Berichterstattung als auch für die Beurtheilung der zu erwartenden Witterung bilden die Aenderungskarten für Luftdruck und Temperatur in den letzten 12 bezw. 24 Stunden.

Nachdem man aus den verschiedenen Arbeitskarten eine genügende Uebersicht der Witterung und ein Urtheil über die Aenderungs-Tendenz derselben gewonnen hat, wird für die Wettertelegramme an die Deutschen Nord- und Ostseehäfen, sowie für das „Abonnementstelegramm“, welches fast alle grössere Zeitungen Deutschlands beziehen, für welch' beide der tabellarische Theil schon fertig gestellt wurde, eine Witterungsübersicht gegeben und beide Telegramme sofort befördert.

Nach kurzer Pause beginnt der Nachmittagsdienst, wobei das einlaufende Material in derselben Weise bearbeitet wird, wie oben angegeben ist. Nach Eintreffen der wichtigen Nachrichten von den Britischen Inseln wird die Wettervorhersage für den folgenden Tag abgefasst, welche in den täglichen autographirten Wetterberichten der Seewarte, die bis zu dieser Zeit für den Druck vorbereitet sind, und durch Anschlag veröffentlicht werden.

Der Abenddienst zur Zeit der unruhigeren Jahreszeit verläuft sehr regelmässig, indem die Telegramme mit grosser Pünktlichkeit in ununterbrochener Reihenfolge ankommen, sodass die Eintragung des Beobachtungsmaterials in die Tabellen und Wetterkarten, sowie die sonstigen dienstlichen Arbeiten verhältnissmässig rasch erledigt sind.

Nicht selten, insbesondere in der kälteren Jahreszeit, wird der regelmässige Wetterdienst durch die, eine Vermehrung des Depeschenverkehrs bedingende, Ausgabe von Sturmwarnungen erheblich modificirt, so dass eine Ausdehnung des Dienstes über die normale Dienstzeit und eine Verspätung der von der Seewarte ausgehenden Depeschen nicht vermieden werden kann, da Sturmwarnungen in der Beförderung unbedingt bevorzugt werden müssen.

Die Zwecke und Ziele, welche sich bei der Pflege der ausübenden Witterungskunde die verschiedenen wettertelegraphischen Systeme setzten, zeigen je nach den Bedürfnissen der einzelnen Länder mannigfache Unterschiede und so müssen in den Wegen zur Erreichung dieser Zwecke manche Verschiedenartigkeiten herrschen. Indessen kann man im Allgemeinen eine dreifache Richtung in der Verwerthung des Depeschenmaterials bei allen Systemen deutlich erkennen, welche in den einzel-

nen Ländern nur den Unterschied zeigen, dass die eine oder andere Richtung mehr in den Vordergrund tritt, oder grössere oder geringere Modificationen erleidet. Diese Richtungen sind: 1) Berichterstattung an das Publicum über thatsächliche Witterungszustände auf grösserem Gebiet, 2) Muthmaassungen über das für die nächste Zeit



Fig. 1. Signalmast.
(Signal: SW-Sturm rechtdrehend.)

wahrscheinlich zu erwartende Wetter und Mittheilungen darüber an das Publicum, also Sturmwarnungen und Wetterprognosen und 3) Sammlung von Erfahrungen und Bereicherung unserer Kenntnisse auf dem Gebiete der Wettertelegraphie, also auch Ausbau der ausübenden Witterungskunde, insbesondere der Wettervorhersage.

Hier beschäftigt uns insbesondere das Sturmwarnungssystem, welches zum Vortheil unserer Küstenbevölkerung eingerichtet und der Deutschen Seewarte unterstellt ist.

Zum Zwecke der Sturmwarnungen und der regelmässigen Mittheilungen über Wind und Wetter sind an den verschiedenen Punkten der deutschen Küsten eine Reihe von mehr oder weniger vollständig ausgerüsteten Signalstellen eingerichtet worden. Diese zerfallen in zwei Klassen: die Signalstellen der ersten Klasse sind aus-

Sturmsignale

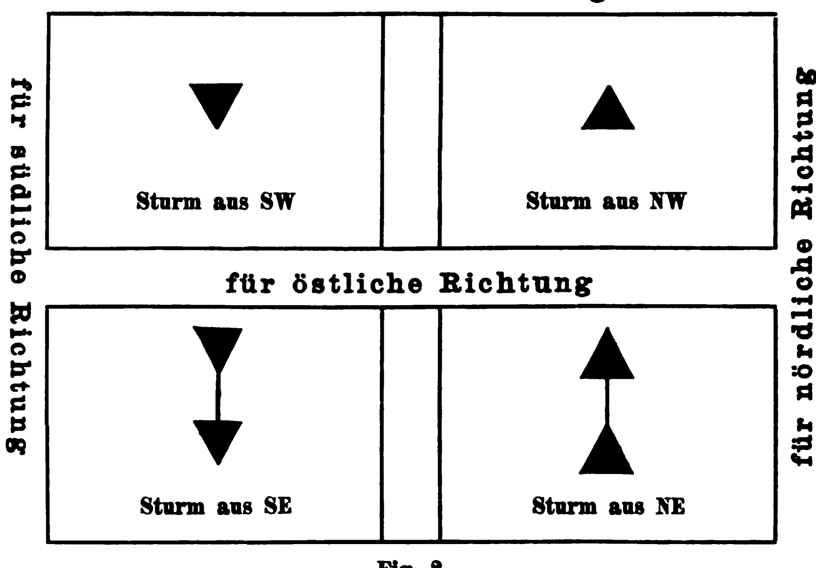


Fig. 2.

Eine Flagge = rechtdrehend, bezw. Ausschiessen (N-E-S-W) } vermuthliches Umlaufen des Windes.
Zwei Flaggen = zurückdrehend, - Krimpen (N-W-S-E) }

● Es ist ein Extra-Telegramm von der Seewarte eingelaufen, welches das Vorhandensein einer atmosphärischen Störung meldet und zur Vorsicht mahnt. Siehe das Telegramm.

gerüstet mit vollständigem Signalapparate, einem Signalmaste (Fig. 1) und den Signalen: 2 Kegeln, einer Kugel und 2 rothen Flaggen, nach Bedürfniss auch mit einer rothen Laterne als Nachtsignal. Figur 2 veranschaulicht die Anordnung und die Bedeutung dieser Signale. Die Signalstellen der zweiten Classe sind mit einer einfachen Signalstange versehen, woran nur ein Ball auf-

gezogen wird, um dem Publikum anzudeuten, dass ein Warnungstelegramm von der Seewarte angekommen ist, dessen Wortlaut man an der Signalstelle erfahren kann. Das Sturmwarnungstelegramm, welches für beide Classen der Signalstellen identisch ist, enthält kurz die Motive der Warnung und die Anordnung des Signals, und soll sofort nach Ankunft in besonders hierzu eingerichteten Kästen dem Publikum bekannt gemacht werden. Das aufgehisste Signal soll die in nächster Zeit zu erwartenden stürmischen Winde nicht speciell für den Ort der Signalstelle selbst anzeigen, sondern es soll angeben, dass in der Umgebung der Signalstelle in einem Umkreise von ungefähr 100 Seemeilen (185 km) Durchmesser stürmische Winde aus der im Warnungstelegramm angegebenen Richtung zu erwarten sind, so dass also ein Fahrzeug, welches den Hafen verlässt, innerhalb dieses Raumes stürmische Winde vermuthlich antreffen wird.

Alle Signalstellen sind mit einem auf das Meeresniveau eingestellten Aneroïdbarometer und mit einem Thermometer versehen, welch' ersteres täglich um 8 Uhr morgens abgelesen und eingestellt wird. Um diese Stunde sowie um 2 Uhr Nachmittags und 8 Uhr Abends, dann aber noch zur Zeit unruhiger Witterung in kürzeren Intervallen, werden Beobachtungen über Wind, Wetter und Seegang gemacht, welches Material allmonatlich der Seewarte zur weiteren Verwerthung zugeschickt wird.

Eine rasche und sichere Beförderung der Sturmwarnungen ist im Interesse der Wirksamkeit des ganzen Systems durchaus nothwendig und daher wurde zur Controlle seit 1879 die Einrichtung getroffen, dass die Signallisten sofort nach erhaltener Warnung eine Wetterdepesche, enthaltend die Aenderungen des Barometers in den letzten Stunden, Richtung und Stärke des Windes, Himmelsansicht und Seegang sowie andere Bemerkungen über wichtigere Witterungsvorgänge der Seewarte übermittelten. Indessen zeigte es sich bald, dass die so oft in grosser Zahl gleichzeitig einlaufenden Depeschen auf den übrigen wettertelegraphischen Verkehr mitunter störend wirkten, wesshalb später Anzahl und Umfang dieser Depeschen erheblich eingeschränkt wurde, wo-

gegen alle Signalstellen angewiesen wurden, bei Eintritt stürmischer Winde der Seewarte sofort telegraphische Nachricht zu geben, gleichgültig, ob eine Warnung vorhergegangen war oder nicht. Um die Sturmphänomene schon bald nach ihrem Auftreten übersehen zu können und in geeigneten Fällen zur Besprechung und Veröffentlichung zu bringen, dann aber auch um den Erfolg oder Misserfolg der Sturmwarnungen sofort beurtheilen zu können, erhalten alle Signalstellen Postkarten mit vorgedrucktem Schema zur Ausfüllung bei Sturmwarnungen sowie bei unruhiger Witterung und zur unverzüglichen Absendung an die Seewarte. Auf diese Weise erhält die Seewarte ein aus frischer Erinnerung geschöpftes Material, welches derselben ermöglicht, den Verlauf der Stürme an unserer Küste in kleineren Intervallen eingehend zu verfolgen; abgesehen davon, dass durch diese Einrichtung das Interesse und der Beobachtungseifer der Signalisten nicht unerheblich gehoben wird. Das an der Seewarte einlaufende Material wird zur Untersuchung aussergewöhnlicher Witterungsvorgänge benutzt und ausserdem werden die Beobachtungen zur Zeit unruhiger Witterung als Anhang zu den meteorologischen Beobachtungen in Deutschland veröffentlicht.

Die Signalstellen der Seewarte, welche gegenwärtig unter der Leitung der deutschen Seewarte thätig sind, sind folgende (die Signalstellen sind von Ost nach West geordnet, die mit einem Sternchen versehene sind Signalstellen zweiter Classe):

Memel, Brüsterort, Pillau, Neufahrwasser, Hela, Rixhöft, Leba*, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Kolbergermünde, Swinemünde, Ahlbeck*, Greifswalderoie, Stralsund, Thiessow*, Arkona, Wittower Posthaus*, Darsserort, Warnemünde, Wismar, Travemünde, Marienleuchte, Friedrichsort, Schleimünde, Aarösund, Flensburg*, Keitum (auf Sylt)*, Tönning, Glückstadt*, Altona, Hamburg, Brunshausen*, Cuxhaven, Weserleuchtthurm, Bremerhaven, Neuwerk, Geestemünde, Brake*, Wilhelmshaven, Schillighörn, Wangerooge, Karolinensiel*, Nesserland-Emden, Norderney, Borkum. — Plätze ohne Signalapparat, an welchen aber die Warnungstelegramme aus-

gehängt werden, sind: Stettin, Lübeck, Burgstaken, Orth, Meyers-Legde, Freiburg a./E., Frederikkoog und Helgoland.

Ausser diesen eben genannten, direct unter der Leitung der Seewarte stehenden Signalstellen sind noch eine Reihe von Signalstellen von den königlichen Regierungen in Königsberg, Stettin und Schleswig, sowie von Privaten errichtet worden, welche von diesen verwaltet und vollständig unterhalten werden. Diese sind:

Schwarzort, Windenburg, Nidden, Rossitten, Inse*, Cranz, Palmnicken, Fischhausen*, Wehrdamm, Pillau, Balga, Neukrug, Putziger Heisternest, Oxhöft, Sarkau*, Alt-Terranova, Nest*, Kiesberg, Streckelberg, Göhren, Stubbenkammer, Hiddensoe, Wollin, Barhöft, Rostock, Heiligenhafen, Vogelsang, Kiel, Ellerbeck*, Laboe*, Bülk, Ellenbogen, Husum, Amrum, Pompdam*, Neuhaus a. d. O.*, Mühlenhaven.*

Die tägliche Berichterstattung an die Häfen, welche schon unter Dove bestanden hatte, wurde auch von der Seewarte beibehalten und mit erheblichen Aenderungen und Erweiterungen, wie es den bestehenden Bedürfnissen und dem Stande der Wettertelegraphie entsprechender schien, auf die ganze deutsche Küste ausgedehnt. Zur Zeit übermittelt die Seewarte an 28 Häfen unserer Küste (ausser Hamburg - Altona) tägliche Hafentelegramme, die aus einer chiffrirten Tabelle und einer Witterungsübersicht (Text) bestehen, welch' letztere in besonderen Fällen Andeutungen insbesondere über die zu erwartenden Windverhältnisse enthält. Hafentelegramme erhalten: 1. Ostsee: Memel, Pillau, Neufahrwasser, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Colbergermünde, Swinemünde, Stettin, Wolgast, Stralsund; 2. Nordsee: Tönning, Glückstadt, Brunshausen, Cuxhaven, Wilhelmshaven, Geestemünde, Bremerhaven, Elsfleth, Brake, Leer, Emden, Keitum (auf Sylt, im Sommer), Hamburg (2) und Altona (2).

Die Telegramme für die Nordseehäfen enthalten die Beobachtungen von den britischen Inseln und der Nordsee, diejenigen für die Ostseehäfen die Beobachtungen von der Ostsee. Der Text giebt gleichlautend in allgemeinen Zügen die Lage der barometrischen Maxima und Minima, die Luftströmungen am Canal, sowie über der südlichen

Nord- und Ostsee und den Witterungscharakter im Allgemeinen an. Diese Telegramme werden an geeigneten Orten in eigens dazu construirten Wetterkästen, in welchem sich noch die autographirten Wetterkarten nebst Stationsschlüssel und Erklärungen, sowie ein Aneroïdbarometer befinden, dem Publikum zugängig gemacht (siehe Fig. 3).



Fig. 3. Wetterkasten.

An die vorstehenden Erörterungen anschliessend wollen wir jetzt versuchen, in grossen allgemeinen Zügen die Grundlagen darzulegen, auf welchen unser Sturmwarnungswesen aufgebaut ist.

Eine hervorragende Eigenschaft der unsere Erde in verhältnissmässig dünner Schichte umgebenden Luft ist die leichte Verschiebbarkeit ihrer Theilchen, so dass bei jeder Störung des Gleichgewichtes sofort eine Bewegung eingeleitet wird, um das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Hauptsächlich sind es die Wirkungen der Wärme und der Feuchtigkeit, welche ununterbrochen Gleichgewichts-Störungen der Luft hervorrufen und welche

daher ein Zustandekommen des Gleichgewichtszustandes, also den Zustand der völligen Ruhe beständig verhindern. Die Luft ist in unablässiger Bewegung, in stetiger Strömung begriffen, und diese nennen wir Wind, der um so stärker weht, je grösser die Gleichgewichts-Störungen sind. Nimmt die Stärke des Windes einen bedrohlichen Charakter an, so bezeichnen wir ihn als Sturm.

Wegen ihrer Schwere übt die Luft einen Druck auf ihre Unterlage aus, dessen Grösse von der Dichte der Luft und von der Höhe der über dem betreffenden Ort lagernden Luftsäule abhängig ist. Zur Messung des Luftdruckes dient bekanntlich das Barometer. Das Steigen und Fallen des Barometers giebt an, dass der Luftdruck an ein und demselben Orte nicht immer gleich ist, sondern in beständiger Zu- und Abnahme begriffen ist. Da die Masse der Luft unveränderlich ist, so folgt, dass einem Steigen des Luftdruckes an einem Orte eine Abnahme desselben an einem anderen Orte entsprechen muss und umgekehrt. Da die Grösse des Luftdruckes abhängig ist von der Höhe der über dem Barometer liegenden Luftschichte, so ist einleuchtend, dass der Luftdruck an demselben Orte und für dieselbe Zeit mit wachsender Höhe abnehmen muss, und zwar in einem Verhältnisse, welches wir, wenigstens für mässige Höhen hinreichend genau berechnen können (etwa 1 mm Barometerstand für 10 m Erhebung). Um nun die Barometerstände an verschiedenen Orten mit einander vergleichen zu können, rechnen wir dieselben so um, als wenn alle in derselben Höhe — und als solche wählen wir den Meeresspiegel — beobachtet wären (Reduction auf das Meeresniveau). Führen wir diese Rechnung für dieselbe Zeit und für ein grösseres Gebiet aus, so ergiebt sich, dass der Luftdruck für die verschieden gelegenen Orte verschieden ist und dass auf diesem Gebiete Schwankungen des Luftdruckes stattfinden können, welche mitunter eine sehr beträchtliche Grösse aufweisen. Diese Schwankungen in der Vertheilung des Luftdruckes verursachen wieder Schwankungen in der Richtung und Stärke des Windes, welche durch einfache Gesetze geregelt werden.

Um die Windverhältnisse über einem Gebiete zu verstehen, ist es nothwendig, dass wir uns eine klare Vorstellung von der Vertheilung des Luftdruckes auf grösserem Gebiete verschaffen. Zu diesem Zwecke werden die Barometerstände auf 0° C. reducirt und auf den Meeresspiegel umgerechnet, in eine geographische (Skelett-) Karte eingetragen und die Orte, an welchem das Barometer gleich hoch steht oder der Luftdruck gleich ist, durch Linien verbunden, gewöhnlich von 5 zu 5 mm, also für Barometerstände von 750, 755, 760 u. s. w. Diese Linien werden Isobaren genannt. Betrachten wir beispielsweise die Wetterkarte vom 28. October 1884 (siehe Tafel), so sehen wir, dass die Luftdruckvertheilung über Europa eine sehr ungleichmässige ist. Am höchsten ist der Luftdruck über Südwesteuropa, wo er 760 mm übersteigt, von dort aus nimmt er, insbesondere nach Norden hin, stark ab und erreicht seinen geringsten Werth, etwa 725 mm auf der nördlichen Nordsee, zwischen Schottland und der Südnorwegischen Küste. An dieser Stelle, die auf der Karte mit „TIEF“ bezeichnet ist, ist der Luftdruck niedriger, als in seiner ganzen Umgebung. Wir nennen sie „barometrisches Minimum“ und das dasselbe umgebende Gebiet „barometrische Depression“. Ein zweites Minimum unter 725 mm befindet sich noch über Nordskandinavien. Die Stelle, an welcher das Barometer am höchsten steht, höher als in seiner ganzen Umgebung, heisst das „barometrische Maximum“; sie ist auf der Wetterkarte mit „HOCH“ bezeichnet.

Nachdem wir uns an der Hand unserer Wetterkarte eine klare Uebersicht über die Luftdruckvertheilung verschafft haben, ist es leicht, einen Zusammenhang zwischen Luftdruck und Wind aufzufinden. In unserer Wetterkarte sind die Striche mit den Fahnen Pfeile, welche die Richtung des Windes angeben, so dass die Pfeile mit dem Winde fliegen. Die Anzahl der Fahnen bedeuten die Stärke des Windes, so dass eine Fahne einen leichten, zwei einen mässigen, drei einen starken, vier einen stürmischen und fünf einen Sturm bedeuten. Eine Vergleichung der Windrichtungen mit den Isobaren zeigt sofort, dass die Winde im All-

gemeinen nahezu parallel zu den Isobaren wehen, fast alle mit einer geringen Ablenkung nach rechts. Namentlich in der Nähe des Minimums zeigen sie wenig Abweichung von der Richtung der Isobaren. Auf der Südseite des Minimums in der Kanalgegend wehen westliche, auf der Westseite an den Westküsten der britischen Inseln blasen Nordwestwinde, auf der Nordseite, auf den Shetlands, kommen die Winde aus Nordost und endlich auf der Ostseite am Eingange des Skagerraks sind die Südostwinde vorherrschend. Es umkreisen also die Winde das barometrische Minimum in einem Sinne, welcher der Bewegung der Uhrzeiger entgegengesetzt ist. Beim barometrischen Maximum verhält sich die Sache gerade umgekehrt. Wie durch unsere Wetterkarten angedeutet ist, erfolgt diese Bewegung im Sinne der Bewegung der Uhrzeiger.

Vergleichen wir nun nach unserer Wetterkarte die Windstärken in den verschiedenen Gegenden, so zeigt uns der erste Blick, dass die Luftbewegung in der Gegend des barometrischen Maximums am schwächsten und in der Gegend des Minimums am stärksten ist. Die Isobaren geben ein anschauliches Bild der Druckunterschiede für die verschiedenen Gegenden: je dichter sie sich zusammendrängen, desto grösser sind die Unterschiede im Luftdruck, dagegen je weiter sie auseinander liegen, desto geringer sind dieselben. Auf unseren Wetterkarten finden wir überall die Thatsache bestätigt, dass die Winde um so stärker sind, je dichter die Isobaren an einander geschaart liegen und um so schwächer, je weiter die Isobaren von einander abstehen.

Die beiden eben besprochenen Beziehungen zwischen Luftdruck und Richtung und Stärke des Windes sind für die ausübende Witterungskunde von fundamentaler Bedeutung, sie sind bekannt unter der Bezeichnung des barischen Windgesetzes, oder des Buys Ballot'schen Gesetzes, welches wir mit folgenden Worten formuliren wollen:

1. Abgesehen von örtlichen Ablenkungen weht der Wind auf der nördlichen Hemisphäre so, dass ein Beobachter der mit dem Winde geht, den hohen Luftdruck oder das barometrische Maximum, zu seiner Rechten und zugleich etwas hinter sich, den niedrigen, oder das

barometrische Minimum zu seiner Linken und zugleich etwas vor sich hat (für die nördliche Hemisphäre, für die südliche umgekehrt).

2. Der Wind weht um so stärker, je grösser die Luftdruckunterschiede sind, oder je gedrängter die Isobaren an einander liegen.

Die Bewegung der Luft um ein barometrisches Maximum und Minimum an der Erdoberfläche und in der Höhe ist aus folgendem Diagramm ersichtlich. Aus demselben ersieht man, dass die oberen Luftströmungen von den unteren erheblich abweichen, unten findet ein Ein-

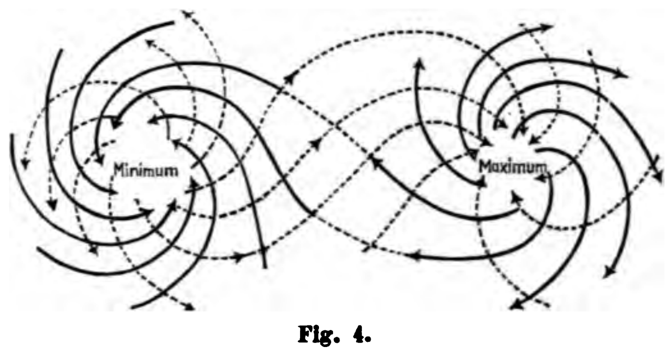


Fig. 4.

untere Luftströmungen.
obere Luftströmungen.

strömen, in der Höhe ein Ausströmen der Luft statt, umgekehrt beim Maximum, so dass also gewissermassen ein Kreislauf der Luft vorhanden ist, wodurch sich die Maxima und Minima längere Zeit erhalten können. Hier sei noch bemerkt, dass in grösserer Höhe eine allgemeine von West noch Ost gerichtete Luftströmung herrscht, in welche die untere Luftströmung mit wachsender Höhe allmählich übergeht.

Aus unseren Wetterkarten ist ersichtlich, dass die barometrischen Minima ihren Ort beständig ändern, während die barometrischen Maxima nur wenig Ortsveränderung zeigen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima ist sehr grossen Schwankungen unterworfen: oft schreiten sie mit Sturmeseile fort, oft bewegen sie sich Tage lang fast nicht von der Stelle. Im Bereiche der barometrischen

Minima ist das Wetter in der Regel trübe, regnerisch und windig, dagegen im Bereiche der Maxima meist heiter oder neblig mit schwacher Luftbewegung.

Geht eine Depression an unserem Orte vorüber, so zeigen sich durchschnittlich folgende Witterungsvorgänge.

Nehmen wir zunächst den Fall an, dass das Minimum nördlich an uns vorübergeht, etwa von den britischen Inseln ostwärts über die Nordsee und das Skagerrak hinaus nach Südschweden hin, so lassen sich die Aenderungen in Wind und Wetter für das nordwestliche Deutschland etwa in folgender Weise darstellen. Bei Annäherung der Depression fängt mit nach Südost umgehendem und unter langsamem Auffrischen nach Süd, nachher nach Südwest drehendem Winde und vorübergehend heiterem Wetter das Barometer an zu fallen; bald darauf zeigen sich im westlichen Horizonte lang gestreckte oder schleierförmige Cirruswolken, langsam zum Zenithe heraufziehend und dasselbe überschreitend, die ersten Vorboten schlechten Wetters, welches weiter nach Westen hin bereits allenthalben eingetreten ist. Wegen der geringeren Reibung ziehen diese Wolken stark nach rechts abgelenkt vom Unterwind. Nach und nach überzieht eine dichtere Wolkenschicht teppichartig den ganzen sichtbaren Himmel, dann erscheinen unter dieser Hülle dunkle Regenwolken und nun beginnen ausgedehnte Niederschläge, welche zwar schwach, aber wegen ihrer längeren Dauer ergiebig sind: es sind die sogenannten Landregen, die gewöhnlich erst dann ihr Ende erreichen, wenn der Kern der Depression an dem Orte vorübergegangen ist. Ist dieser Uebergang erfolgt, so geht der Wind unter fortgesetztem Auffrischen nach West und dann nach Nordwest über, entweder nach und nach oder plötzlich in einer mehr oder weniger heftigen Böe. Jetzt haben die Niederschläge ihre grösste Stärke erreicht und werden plötzlich unterbrochen, wobei die Wolkendecke zerreisst. Mit einem Schlage ist jetzt ein neuer Witterungszustand eingetreten: blauer Himmel wechselt jetzt rasch mit schwerem Haufengewölk, aus welchem bei böigem, rasch anschwellendem und plötzlich nach nördlicheren Richtungen springendem Winde und bei rasch, oft sprungweise sinkende Tem-

peratur heftige, aber nur kurz andauernde Regen-, Schnee- oder Hagelschauer herniederstürzen. Beim Vorübergang hatte der Luftdruck seinen geringsten Werth erreicht, jetzt geht das Barometer in's Steigen über und das Steigen dauert noch fort, bis das Minimum sich in weiter Ferne befindet. Nach einiger Zeit werden die Böen seltener und schwächer, auch die Niederschläge nehmen ab und hören allmählich auf. Es folgt jetzt eine kürzere oder längere Zeit sonnigen Wetters, bis eine neue Depression, von Westen herkommend, diesem ein Ende macht. Häufig aber folgen die Depressionen so rasch auf einander, oder es treten Randbildungen, insbesondere auf der Südseite der Depression auf, so dass die oben geschilderten characteristischen Erscheinungen mehr oder weniger verwischt werden.

Geht die Depression südlich an uns vorüber, so sind die Aenderungen in den Witterungserscheinungen gewöhnlich viel weniger ausgesprochen, als in dem vorher besprochenen Falle. Alsdann erscheinen die Cirruswolken oder der Cirrusschleier gewöhnlich am südwestlichen Horizonte und überziehen, nach Südost hin ziehend, den Himmel. Das Barometer fällt, während der Wind gegen den Sinn der Bewegung der Uhrzeiger zurückdreht. Die Wolkendecke ist meistens aschgrau am Himmel ausgebreitet, selten bilden sich unter derselben schwere Regenwolken aus, wie auch der Regen seltener auf ein kleineres Gebiet beschränkt ist, als auf der Südseite der Depression. Ist der Kern der Depression vorübergegangen, und hat der Regen aufgehört, so bleibt der Himmel noch einige Zeit bedeckt, worauf dann das Aufklaren ganz allmählich erfolgt, wobei das Barometer wieder steigt und die Temperatur allmählich herabgeht.

Diese Vorgänge treten beim Vorübergange einer Depression sehr selten rein auf, denn in dem Verhalten der Depression treten so unendlich viele Modificationen und Umwandlungen auf, dass kaum ein Fall mit einem anderen vollkommen übereinstimmt. Nicht die Depressionen sind an und für sich für Wind und Wetter in unseren Gegenden massgebend, sondern vielmehr die mannigfachen secundären Ausbildungen und deren Ver-

halten im Bereiche der Depressionen. Daher kommt die gewiss unerfreuliche Thatsache, dass die Handhabe der Wettervorhersage noch mit so ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft ist, und dass das Mass der Treffsicherheit noch nicht den Grad erreicht hat, der bei der hohen Wichtigkeit dieses Zweiges der Meteorologie wohl wünschenswerth wäre.

Bei weitaus die meisten Depressionen gehen nördlich an uns vorüber und daher ändern sich die Windrichtungen bei uns in der Regel rechtdrehend, d. h. im Sinne der Bewegung der Uhrzeiger, so dass auf einen auffrischenden Südost- oder Südwind gewöhnlich starke Südwest- dann, etwas weniger häufig, böige West- und Nordwestwinde folgen.

Die Depressionen bewegen sich in der Regel nach einer Richtung, welche zwischen Südost und Nordost liegt. Hierbei werden gewisse Gegenden vorzugsweise von den Depressionen aufgesucht und gewisse Zugstrassen eingeschlagen. Figur 5 veranschaulicht die am meisten bevorzugten Zugstrassen, wobei die Häufigkeit des Vorkommens durch die Breite der Schraffirung angedeutet ist. Bemerkt sei jedoch, dass viele und erhebliche Abweichungen hierbei vorkommen.

Die Zugstrasse I beginnt im Nordwesten von Schottland und wendet sich nordostwärts nach der Norwegischen Küste, verläuft dann entweder nach dem Eismeere, oder nach dem Weissen Meere oder südostwärts nach dem Innern Russlands, sie ist in allen Jahreszeiten besucht, insbesondere im Herbst und Winter. Die auf ihr ziehenden Depressionen bringen uns im Allgemeinen warmes feuchtes Wetter, stürmische Winde sind nicht sehr häufig.

Die Zugstrasse II, welche, der kälteren Jahreszeit angehörend, aus der Gegend nördlich von Schottland ostwärts nach dem mittleren Schweden hin führt, bewirkt für unsere Gegenden lebhafte, oft stürmische Luftbewegung, grössere Bewölkung und grössere Regenwahrscheinlichkeit.

Auch die Zugstrasse III, welche über das Skagerrak südostwärts hinwegzieht, gehört der kälteren Jahreszeit an und ist durch böiges, vielfach stürmisches Wetter,

starke Bewölkung und grosse Regenhäufigkeit ausgezeichnet.

Ostnordostwärts über das Skagerrak führt die Zugstrasse IV, welche besonders dem Sommer und dem Herbste eigenthümlich ist. Sie bewirkt für unsere Gegenden raschen Witterungswechsel, mitunter auch stürmische Winde an unserer Küste. Im Sommer fehlen bei ihrem Auftreten Gewitter fast nie.

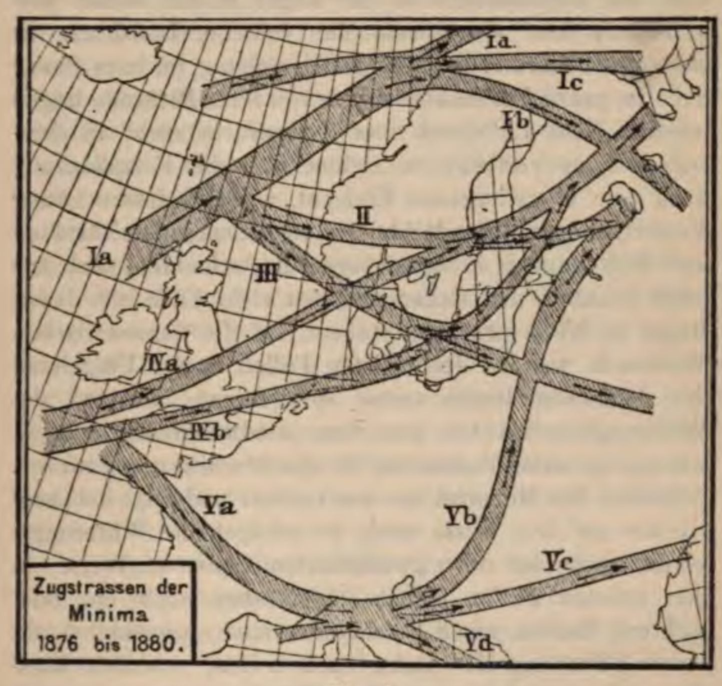


Fig. 5.

Zugstrasse V führt ungefähr parallel mit Zugstrasse III von den britischen Inseln südostwärts durch Frankreich nach dem Mittelmeere und theilt sich hier, die Minima aus dem westlichen Mittelmeer aufnehmend, in drei Arme, von welchen einer nach Griechenland, ein anderer nach den Nordufern des Schwarzen Meeres, und ein dritter nach der Ostsee verlaufen. Die Depressionen, welche Frankreich durchqueren, bringen für unsere Küste östliche meist schwache Winde und diejenigen, welche der

Ostsee zuziehen, für die ostdeutsche Küste auffrischende, zuweilen stürmische östliche und nordöstliche Winde.

Durch die Depressionen werden Wind und Wetter aus der einen Gegend in die andere übertragen und daher ist es für das Sturmwarnungswesen und für die Wettervorhersage überhaupt von der grössten Wichtigkeit, Gesetzmässigkeiten für die Fortpflanzung der Depressionen aufzufinden. Langjährige Erfahrung hat nun gezeigt, dass die Depressionen in der Regel in der Weise fortschreiten, dass sie sowohl den höheren Luftdruck als auch die höhere Wärme in der Umgebung (d. h. in Bezug auf die ganze Luftmasse) rechts von ihrer Richtung liegen lassen. Sind Luftdruck und Temperatur nicht in demselben Sinne vertheilt, so richtet sich die Fortpflanzung nach dem überwiegenden Element, wobei indessen häufig Verzerrungen und Randbildungen vorkommen. Die Zustände und Bewegungen in den oberen Luftschichten sind uns nicht bekannt, und daher scheinen viele Fälle mit dieser Regel in Widerspruch zu stehen. Da die barometrischen Minima in weitaus den meisten Fällen in der Umgebung der britischen Inseln zuerst sich zeigen, so sind die Witterungsnachrichten aus dem nordwestlichen Europa von der grössten Bedeutung für das Sturmwarnungswesen. Schreitet das Minimum an uns vorüber und folgt ihm kein zweites auf dem Fusse nach, so erfolgen die Witterungsvorgänge in der oben geschilderten typischen Weise, in den meisten Fällen jedoch folgen aber noch ein oder mehrere Minima rasch aufeinander nach, gewöhnlich mit einer Ablenkung der Bahn nach rechts, wodurch Fortdauer der windigen, feuchten Witterung bedingt wird. Verlaufen die Isobaren über Westeuropa nordwärts, so bleiben die Depressionen meistens ohne Einfluss auf unser Wetter, indem sie sich dann gewöhnlich nach Norden hin entfernen. Tritt südwestlich von den britischen Inseln starkes Fallen des Barometers ein, so kann man erwarten, dass die Depression südostwärts nach dem Mittelmeer fortschreitet, wenn Luftdruck und Wärme nach Westen hin am meisten zunehmen.

Die obigen in gedrängter Kürze gegebenen Darlegungen zeigen, dass eine Grundlage für das Sturm-

warnungswesen in keinerlei Weise fehlt, indessen können wir uns nicht verhehlen, dass noch manche Schwierigkeit aus dem Wege zu räumen, noch manche wichtige Frage zu lösen ist, um eine breitere Grundlage für den Sturmwarnungsdienst zu schaffen; aber immerhin müssen wir eingestehen, dass die Sturmwarnungen eine ausserordentliche Wichtigkeit für die Küstenbevölkerung haben, so dass auch geringe Fortschritte von hohem Werthe sind. Die Entwicklungsfähigkeit der Sturmwarnungen steht dabei ausser aller Frage. Berücksichtigen wir noch, dass wir auch im gewöhnlichen Leben oft mit geringeren Wahrscheinlichkeiten rechnen müssen, so dürfte manches leichthin gefällte Urtheil, welches nur auf flüchtigem Eindrucke beruht, viel milder, oder doch wenigstens gerechter ausfallen.

Um nun zu zeigen, in welcher Weise der Sturmwarnungsdienst an der Seewarte gehandhabt wird, nehme ich ein bestimmtes Beispiel und zwar wähle ich den Sturm vom 26. bis 29. October 1884, welcher wegen seiner Heftigkeit, seiner langen Dauer und der regelmässigen Aufeinanderfolge der dabei sich abspielenden Witterungsvorgänge bemerkenswerth ist (siehe Tafel). Ich benutze hierzu die Ausführungen, welche ich in den Annalen der Hydrographie etc. (Jahrg. 1884 S. 676 ff.) gegeben habe.

Veranlasst wurde der Sturm durch zwei barometrische Minima von ungewöhnlicher Tiefe und Intensität, von denen das eine in nordöstlicher Richtung auf der Zugstrasse I, im Nordwesten Europas fortzog, das andere auf der Zugstrasse II von Schottland ostwärts über die nördliche Nordsee und Südskandinavien nach Finnland sich fortbewegte.

Am 25. Morgens war das Wetter über ganz Europa ruhig. Zwischen zwei barometrischen Maxima, von denen das eine südwestlich von den britischen Inseln, das andere im Osten über Russland sich befand, lag eine breite Zone relativ niedrigen Luftdruckes, welche im Nordwesten die tiefsten Barometerstände zeigte. Anhaltendes starkes Fallen des Barometers während der Nacht vom 24. auf den 25. und am 25., dann Auffrischen der südwestlichen

Winde über den britischen Inseln, deuteten auf die Annäherung einer tiefen Depression vom Ocean her. Am Abend des 25. war das Barometer in den letzten 12 Stunden gefallen: auf den Hebriden um 12, in Christiansund um 10, in Shields und Skudesnaes um 9 mm, während gleichzeitig die Gradienten über dem Nordseegebiete stark zusammengeschoben waren. Trotzdem war das Wetter im Allgemeinen noch ruhig, insbesondere an der deutschen Küste, wo überall nur schwache südliche und südöstliche Winde wehten. Allein in Anbetracht der drohenden Gefahr wurde am 25. 9¼ Uhr Abends die ganze Küste durch das Signal „Ball" gewarnt und der Eintritt stürmischer südwestlicher Winde in Aussicht gestellt.

Beim Herannahen der Depression frischten an der Nordsee die Winde langsam, aber successive auf und erreichten am 26. Morgens einen stürmischen Charakter, stellenweise zum vollen Sturm sich steigernd. Die beigefügte Wetterkarte giebt die Luftdruckvertheilung und die Ausdehnung des Sturmfeldes (durch eine gezackte Linie ⊥⊥⊥) am 26. October 8^h Morgens. Das Minimum liegt mit einer Tiefe von unter 720 mm westlich von der norwegischen Küste, umgeben von dicht gedrängten Isobaren und einem Sturmfelde, welches sich über die britischen Inseln, die Nordsee und Skandinavien erstreckt. Hervorzuheben sind die ausserordentlichen Aenderungen im Luftdrucke, indem an der mittleren norwegischen Küste die Abnahme desselben in 12 Stunden 20 mm betrug. Während über der Nordsee die Luftbewegung allenthalben stürmisch geworden war, waren über der Ostsee die südlichen Winde zwar aufgefrischt, allein einen stürmischen Charakter hatten sie noch nirgends angenommen.

Um Mittag wurde für sämmtliche Signalstellen das Signal verschärft und besonders für die Nordsee- und westliche Ostseeküste das Rechtdrehen der Winde nach Nordwest durch ein eigenes Signal ausdrücklich betont.

Während das Minimum nordostwärts der norwegischen Küste entlang fortschritt, breitete sich das Sturmfeld weiter

ostwärts über die Ostsee aus und drang auch südwärts bis zum Alpengebiete vor.

Ueber der Nordsee waren die Winde Abends nach West und Nordwest gedreht und hatten die Stärke eines vollen Sturmes erreicht, welcher in den einzelnen Böen eine ausserordentliche Heftigkeit annahm. Hierdurch wurden der deutschen Nordseeküste gewaltige Wassermassen zugeführt, so dass trotz der „dove tide" eine ungewöhnlich hohe Fluth zu Stande kam. Auf Sylt wurden alle Wiesenländereien unter Wasser gesetzt, und mehreres Vieh ertrank.

Am 26. Abends und in der folgenden Nacht fanden auf der Küstenstrecke von Borkum bis Friedrichsort überall Gewitter mit Begleitung von Hagelfällen statt. Ein Fortschreiten derselben ist nicht deutlich zu erkennen; die Zeit ihres Auftretens am Abend fällt mit der einzigen Ausnahme von Weser-Leuchtthurm (5^h 20^m Nachmittags) auf die Zeit von 7 bis 8^h Abends, eine zweite Entladung erfolgte, wie es scheint, meistens um Mitternacht. Diese Gewitter kommen, wenigstens an der westdeutschen Küste, dann fast allemal vor, wenn starke oder stürmische Winde aus der südwestlichen und westlichen in die nordwestliche Richtung übergehen, und scheinen ihren Entstehungsgrund in der Einwirkung der kalten durch die nordwestlichen Winde herbeigeführten Luftmassen auf die wärmeren zu haben. Die Neigung zur Bildung von Gewittern ist deutlich durch den unruhigen Verlauf der Barometerkurven für Borkum, Keitum und Hamburg am Abend und in der Nacht ausgesprochen, während die übrigen Kurven einen ungestörten Verlauf haben.

Am Morgen des 27. lag das Minimum mit einer Tiefe von unter 715 mm an der mittleren norwegischen Küste, während über den britischen Inseln die stürmische Witterung aufhörte und die Winde zurückzudrehen begannen. Dieses sowie das sehr rasche Fallen des Barometers, welches sich im Laufe des Tages über Island und den Hebriden einstellte, deuteten zweifellos auf das Herannahen einer neuen bedeutenden Störung vom Ocean her, und in dem Telegramm an die Küstenstrecke von Borkum bis Darsserort, welches unter Annahme zunächst abneh-

mender Windstärke das Sturmsignal in Signal „Ball“ umwandelte, wurde ausdrücklich auf die neue, im Westen drohende Gefahr aufmerksam gemacht.

Die dieser Arbeit beigegebenen Karten zeigen, dass das Sturmfeld, soweit es die erste Depression betrifft, von Westen her zuerst abnimmt und dann nach Osten hin vollständig erlischt: am 27. Morgens sind die britischen Inseln, um 8^h Abends fast die ganze Nordsee, am 28. 8^h Morgens auch die westliche Ostsee sturmfrei, während aber jetzt ein neues Sturmfeld von Westen her rasch heranschreitet.

Am 28. ist das zuerst besprochene Minimum im hohen Norden noch deutlich zu erkennen, allein ein anderes tiefes Minimum ist über der nördlichen Nordsee erschienen und hat seine Wirksamkeit über die ganze Westhälfte Mitteleuropas ausgebreitet.

Am Mittag als im nordwestlichen Küstengebiete steife südwestliche Winde wehten, wurde das Signal „Ball“ in „Südweststurm“ rechtdrehend für die oben genannte Küstenstrecke verwandelt, und am Nachmittage die Verlängerung des Sturmsignales für die Signalstellen der ostdeutschen Küste angeordnet.

Vom Sturme begleitet, schritt das Minimum im Laufe des Tages ostwärts fort und wandte sich zuerst rein ostwärts, dann nach Nordosten, so dass dasselbe am 29. um 8^h Morgens an der Finnischen Küste lag. Bei dieser Fortbewegung des Minimums drehten sich, west-ostwärts fortschreitend, die Winde aus der südwestlichen nach der nordwestlichen Richtung und erreichten an unserer ganzen Küste die Stärke eines schweren Sturms, wie die Aufzeichnungen an den Signalstellen zur Genüge nachweisen. Insbesondere unheilvoll waren die Sturmböen aus W. und NW. am 28. Abends für unsere Nordseeküste, indem hier, abgesehen von aussergewöhnlich hohem Wasserstande, einige Schiffbrüche und Strandungen vorkamen.

Am 29. nahm die Windstärke an unserer Küste westostwärts fortschreitend langsam ab, so dass dieselbe noch Laufe des Tages überall sturmfrei wurde. Daher

wurde am Mittag für die westliche Küstenstrecke bis Rügen Abnahme des Signals angeordnet und für den Osten keine weitere Warnung mehr gegeben, so dass also am Abend des 29. kein Signal mehr aufgezogen war.

Ich habe oben bemerkt, dass die barometrischen Minima sich in der Weise bewegen, dass sowohl der höhere Luftdruck als auch die höhere Temperatur rechter Hand liegen bleiben. Dieses zeigt sich auch in unserem Falle sehr deutlich an. Betrachten wir die Wetterkarten vom 26. 8^h a. m., so finden wir an der Südostseite des Minimums über Skandinavien starke Druckunterschiede, während gleichzeitig eine Zone höchster Temperatur über England, der östlichen Nordsee und Norwegen liegt, so dass die nordöstliche Bewegung der Depression hieraus erklärlich ist. (Zugstrasse I.)

Anders ist die Situation am 28. 8^h a. m.: nicht allein die stärksten Gradienten liegen auf der Südseite des Minimums, sondern die höchsten Temperaturen, und daher die Fortbewegung nach östlicher Richtung. (Zugstrasse II.)

Bei dieser Erscheinung finden wir die Drehung der Verbindungslinie beider Minima entgegengesetzt der Bewegung der Uhrzeiger (wie sie meistens vorkommt) deutlich ausgesprochen, am 28. 8^h Morgens ist die Verbindungslinie nach Nordost, um 8^h Abends nach Nord und am 29. 8^h Morgens nach Nordwest gerichtet. Ebenso liegt die grosse Axe des Minimums am 28. Morgens nach Ost, um 8^h Abends nach Nord und am 29. 8^h Morgens nach Nordwest.

Die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der Deutschen Küste wird an der Seewarte sorgfältig geprüft, in der letzteren Zeit durch eine Methode, bei welcher jede Willkür ausgeschlossen ist. Es wurde seit dem Jahre 1889 die Aufzeichnung der selbstregistrirenden Anemometer, welche die mittlere stündliche Geschwindigkeit, sowie einmal in der Stunde die Richtung des Windes angeben, bei der Prüfung der Sturmwarnungen zu Grunde gelegt. Nach den Aufzeichnungen von 9 an der Küste aufgestellten Anemometern ergab sich folgendes Resultat:

Das Maximum der Windgeschwindigkeit trat ein im Jahre 1890

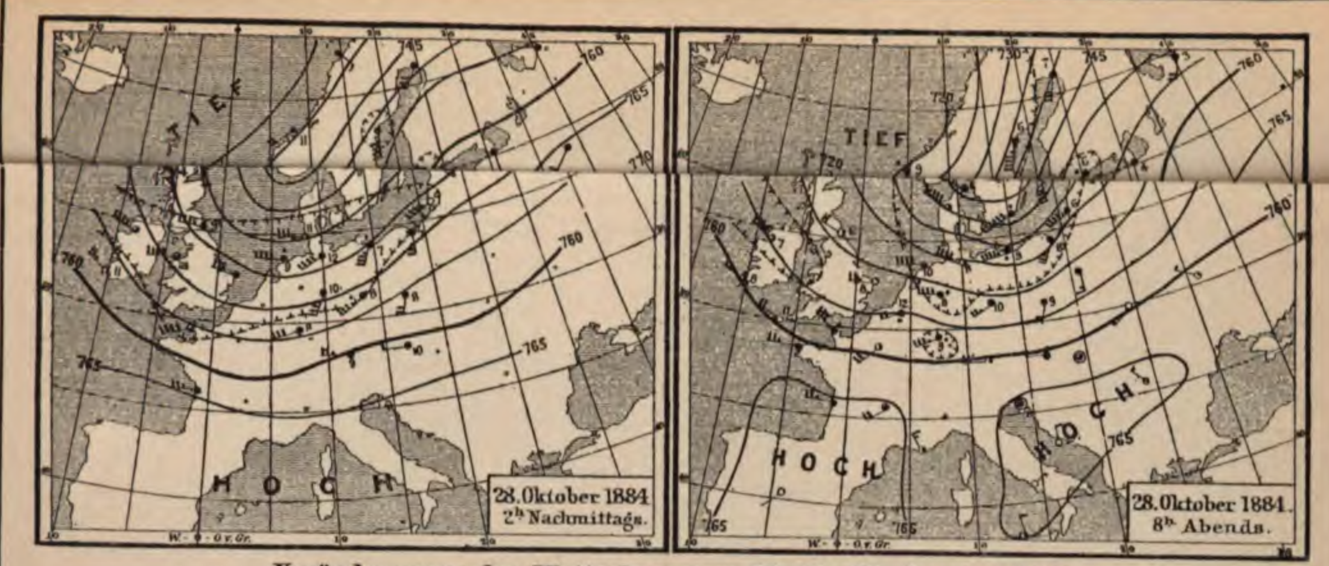
	Bei stürmischen Winden		Bei nicht stürmischen Winden		Treffer	
	Vorher	Nachher	Vorher	Nachher	1890	[illegible]
	Prozent		Prozent		Prozent	
a) Zeit der Warnung . . .	4	52	21	32	65	71
b) 1 Std. nach der Warnung	4	50	14	30	65	65
c) 2 - - - -	5	45	17	36	61	61
d) 2 - - - -	[illegible]	46	15	34	56	57

In der obigen Tabelle ist die eine Hälfte der nicht stürmischen Winde zu den Treffern, und die andere Hälfte zu den Misserfolgen gerechnet worden, weil eine Warnung nicht als völlig verfehlt betrachtet werden kann, wenn ein starkes Anschwellen des Windes erfolgt, insbesondere bei Böen, welche hauptsächlich dem Fischereibetrieb sehr schädlich werden können.

Von besonderer Bedeutung für die Beurtheilung der Erfolge oder Misserfolge der Sturmwarnungen an der deutschen Küste ist das Gesammturtheil der Küstenbevölkerung. In dieser Hinsicht liegen aus den Jahren [illegible] mit [illegible] zwei Gutachten von Lotsenkommandeuren, Hafenmeistern, Signalisten und überhaupt von solchen Personen vor, von denen man ein durch Erfahrung begründetes zuverlässiges Urtheil erwarten kann: fast alle diese Gutachten äussern sich dahin, dass die bestehenden Einrichtungen des Sturmwarnungswesens die Küstenbevölkerung befriedigen und geeignet seien, vieles Unglück und vielen Schaden von unserer Küste fern zu halten, wie es durch verschiedene Beispiele nachgewiesen wird.

Nicht minder wichtig für die Beurtheilung des Sturmwarnungswesens ist die Thatsache, dass in den verschiedenen Küstengebieten von Provinzialregierungen und Privaten Signalstellen eingerichtet und unterhalten werden, deren Zahl in stetiger Zunahme begriffen ist.

Berlin.



Veränderungen der Wetterlage vom 25. bis 28. October 1884.

Erklärungen: Die eingezeichneten Linien (Isobaren) verbinden die Orte mit gleichem (auf das Meeresniveau reducirtem) Barometerstande. Die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Temperatur in ganzen Graden Celsius. Die Pfeile fliegen mit dem Winde. ◎ Windstille. L = schwacher, ll = mässiger, lll = starker, llll = stürmischer Wind, lllll = Sturm, → = Zug der oberen Wolken, ○ klar, ◔ 1/4 bedeckt, ◑ 1/2 bedeckt, ◕ 3/4 bedeckt, ● bedeckt, • Regen, ✳ Schnee, ▲ Hagel, △ Graupeln, ∞ Dunst, ≡ Nebel.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

17

Kalisalzlager.

Von

Otto Lang.

Mit 4 Abbildungen.



BERLIN 1899.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Von Kalisalzlagern bekommt jetzt wohl Jedermann zu hören, ob er wollen mag oder nicht, und wenn das, was er vernimmt und bemerkt, auch nicht immer erfreulich ist, so wird er doch erkennen müssen, dass ihr Besitz von Privatpersonen wie von Volksgemeinschaften hochgeschätzt wird. Das Bestreben, einerseits den schon in der Ausbeute begriffenen Salzlagern das Absatzgebiet zu sichern, andererseits neue Lager zu erschliessen, hat bekanntlich einen heftigen Kampf zwischen den Kalisalzproducenten und denen, die welche werden wollen, entfacht, einen Kampf, an dem selbst, was bei Patrioten Bedenken und Bedauern erregte, Regierungen theilzunehmen nicht verschmähten, der aber zugleich als untrüglicher Beleg für die Werthschätzung der Kalisalzlager gelten darf. Und dabei sind diese ganz moderne Werthe, ziemlich die allerneuesten im Gebiete der Montanindustrie; sogar nach Petroleum zu schürfen ist man früher ausgegangen als wie nach industriell nutzbaren Kalisalzlagern, deren Existenz noch vor 40 Jahren ganz unbekannt war und erst von 1861 ab einer sich rasch entwickelnden Industrie als Boden diente.

Für uns Deutsche sind sie aber ausserdem von ganz besonderem Interesse desshalb, weil unser Land bisher allein sich reichlich mit solchen Mineralschätzen ausgestattet erwiesen hat; während wir von allen anderen industriellen Rohstoffen grosse Mengen aus dem Auslande bei uns einzuführen gezwungen sind, ist in diesem Falle die ganze übrige Menschheit genöthigt, von uns zu kaufen, und da wir uns auch in der glücklichen Lage befinden, den höchstzuerwartenden Bedarf der Bodencultur pflegenden Völker an Kalidüngemitteln auf die Dauer von Jahrhunderten zu billigen Preisen befriedigen zu können, bietet sich die Aussicht auf weiteres Gedeihen unsers bereits zu grosser Bedeutung gelangten Kalisalzbergbaues, der somit eine der festesten Stützen unsers Nationalwohlstands zu sein und zu bleiben verspricht.

Eine Schilderung typisch ausgebildeter Kalisalzlager und, da solche sich als zugehörige Theile von aus verschiedenartigen Salzen aufgebauten Massen erwiesen haben, von Salzlagern überhaupt würde aber sicherlich wenig befriedigen, wenn man deren Bildungsverhältnisse unbeachtet lassen wollte, und so wird im Anschluss an die folgende Beschreibung darzustellen versucht, welches die Bedingungen von Salzlagerbildungen überhaupt und in welcher Weise insbesondere unsere mit Kalisalzen ausgestatteten Lager vermuthlich entstanden sind.

Auch in weiteren Kreisen dürfte schon bekannt sein, dass das zuerst erschlossene Kalisalzlager dasjenige zu Stassfurt ist und dass es dem preussischen Bergfiskus mit den Kalisalzen so ergangen ist, wie weiland dem Saul, der da auszog, seines Vaters Eselinnen zu suchen und eine Königskrone fand; nur war ein erheblicher Unterschied der, dass Saul vermuthlich seinen Fund zunächst nicht unter-, sondern wohl eher überschätzte, der preussische Fiskus aber, dem damals nur an Steinsalz gelegen war, den Werth des erschlossenen Lagers erst sehr spät erkannte sowie zur Geltung zu bringen vermochte. Wie in manchen anderen Fällen war eben auch hier ein in grossen Massen gewinnbares Product vorhanden, bevor ein Bedürfniss nach demselben empfunden worden war, und da unsere chemische Industrie wenig Verständniss oder guten Willen zeigte, das ihr angebotene Rohmaterial nutzbringend zu verarbeiten, war der preussische Bergfiskus im Jahre 1859 bereits fest entschlossen, den in Angriff genommenen Abbau von Kalisalzen durch dichte Vermauerung der hinzuführenden „Strecken" wieder aufzugeben. Dass dies nicht zur Ausführung kam, verdanken wir besonders den Bemühungen A. Frank's, der damals Chemiker an einer benachbarten Zuckerfabrik war und in dem wir einen der verdienstvollsten wissenschaftlichen Förderer unserer Kaliindustrie verehren dürfen.

In Rücksicht nur auf das menschliche Bedürfniss geschätzt, ist ja das zumeist kurzweg als Salz bezeichnete Natriumchlorid das werthvollste von allen Mineralien. Gold und Edelsteine können und müssen viele Menschen entbehren, auch ohne Eisen und Kohlen haben unsere Altvordern zu leben vermocht, aber ohne Salz in irgend welcher Form ist noch kein normales Menschenleben geführt worden. Eine diesem natürlichen Verhältnisse immer mehr angenäherte und unsern modernen Handelspreisen widersprechende Werthschätzung sehen wir denn auch bei allen binnenländischen Völkern, die sich die edle Gabe nicht wie die an Meeresküsten und Salzseen wohnenden leicht

verschaffen konnten, das Salz geniessen, je weiter wir in Betrachtung seiner Gewinnung in das Alterthum zurückgehen. Soolquellen gelten da als kostbare Kleinode und um ihren Besitz, nicht um denjenigen von Edelmetallen, werden aufreibende Kämpfe geführt. Als aber mit zunehmender Volkszahl die aus zumeist ungesättigten Soolen gewonnenen Salzmengen dem Bedarfe nicht mehr genügten, verlangte die nationalökonomische Nothdurft der einzelnen Staaten nach Aufschluss von Steinsalzlagern, die nur an wenigen Orten, z. B. Cardona in Catalonien und Ilekskaia Sastschita in der Kirgisensteppe, von Natur aufgeschlossene Felsen an der Oberfläche bilden. Weniger kam dabei in Betracht, dass die Salzgewinnung aus ungesättigten Soolen viel theurer war als aus von Natur oder durch Kunst vollhaltigen, denn in den Zeiten der auf dem Continente herrschenden Salzmonopole und noch bis in unser Jahrhundert hinein waren die „Gestehungskosten" von untergeordneter Bedeutung; auch wollte man das Steinsalz nicht so sehr zum unmittelbaren Consum, weil, ähnlich wie der raffinirte Brotzucker vor dem Krystallzucker, das Siedesalz vor reinstem Steinsalzpulver dabei bevorzugt wird. Steinsalzlager aber waren ja auch innerhalb des deutschen Culturgebietes schon seit Jahrhunderten bekannt, im Zuge der Alpen und der Karparthen (Berchtesgaden, Wiëlizka), und obwohl die Ansichten über die Herkunft des in den Soolen enthaltenen Salzes damals unklarer und unbestimmter waren als jetzt, lag doch die Möglichkeit, dass dasselbe aus erreichbaren Steinsalzlagern stamme, zu nahe, als dass man nicht den Versuch wagen sollte, diese aufzuschliessen. So wurden denn in unserm Vaterlande in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts an verschiedenen Salinenorten, deren „natürliche" Soole nicht befriedigte, Tiefbohrungen vorgenommen und mehrorts Salzlager gefunden. Süddeutschland ging hierin voran, der Norden folgte zögernd nach. Das erste mit dem Bohrer getroffene Lager war in Süddeutschland (1816) dasjenige zu Friedrichshall, in Norddeutschland (1824) das bei Gera gelegene von Heinrichshall, in Preussen aber (1837) das von Artern in der Provinz Sachsen.

Darnach wurde auch zu Stassfurt, wo von Alters her eine 17 % Salz haltige Soole aus einem 53,5 m tiefen Schachte gewonnen wurde, eine Tiefbohrung am 3. April 1839 begonnen, mit der man 1843 in 256 m Tiefe die oberste Decke des Salzgebirges erreichte und im Steinsalz bis zu 581 m Gesammttiefe weiterbohrte. Mit diesem Erfolge war man zunächst sehr zufrieden, denn man konnte ja aus dem Bohrloche, in dem sich die von oben

nachdringenden Wasser mit Salz sättigten, eine vollhaltige („künstliche") Soole vom spec. Gewicht 1,205 herauspumpen. Die Enttäuschung war aber um so schmerzlicher, als sich herausstellte, dass diese Soole statt 27 % Natriumchlorid, die in Siedesoolen gewünscht werden, von diesem kaum 16 % neben 13 % Magnesiumchlorid enthielt und dass sie demnach zum Salzsieden untauglich sei; das ungünstige Verhältniss steigerte sich noch mit der Tiefe, aus welcher die Soole entnommen wurde; von 424 bis 581 m Tiefe besass die Soole sogar 1,30 spec. Gewicht und enthielt in 100 Gewichtstheilen

4,01 Magnesiumsulfat
19,43 Magnesiumchlorid
2,24 Kaliumchlorid
5,61 Natriumchlorid

also in Summa 31,29 % Salze aufgelöst. Nun erklärten zwar Sachverständige, dass trotzdem das Lager zu einem grossen Theile aus reinem Steinsalze, von welchem auch ganze Stücke im Bohrschmande zu Tage gefördert wurden, bestehen könne; dennoch hielt man das aufgefundene Lager, weil eben die Zusammensetzung der Bohrlochsoole in keiner Weise den auf Steinsalzgewinnung gerichteten Wünschen entsprach, für vollständig unbauwürdig. Erst als der Versuch, das Steinsalzlager von Artern durch Schächte aufzuschliessen, zunächst aufgegeben werden musste und andererseits das Bedürfniss von Steinsalz immer dringender wurde, da 1851 die Salinen Preussens kaum 75 % des inländischen Bedarfs zu decken vermochten, fühlte sich die preussische Regierung bewogen, in Stassfurt Steinsalz-Bergbau durch zwei am 4. December 1851 und 31. Januar 1852 begonnene und in 5 Jahren bis zu 335 m vertiefte Schächte zu eröffnen. Erst mittels dieser Schächte erkannte man, was vorlag; erst seitdem ist in Wissenschaft und Industrie der Begriff Kalisalzlager eingezogen.

Das Stassfurter Lager, das nicht nur vom preussischen Bergfiskus, sondern auch, in seinem südöstlichen Theile innerhalb anhaltinischen Gebietes zu Leopoldshall, vom dortigen Fiskus, und in dem nach Nordwesten fortstreichenden Theile von der Gewerkschaft Neustassfurt (vormals Agathe) ausgebeutet wird, gilt als das zuerst erschlossene und durchforschte seither als Vorbild einer „vollständigen" Salzablagerung. Unter Berücksichtigung seiner im Mittel etwa mit 30° nach Südwest geneigten Lage bestimmte schon F. Bischof, der Bergwerksdirector daselbst war und es zuerst eingehend beschrieben hat, die „wahre", d. h. die senkrecht auf die Schichtflächen gemessene Mächtigkeit der aus Salz bestehenden Masse

auf die ungeheure Zahl von 490 m, während dieselbe von anderer Seite*) unter Berücksichtigung einer zu Aschersleben ausgeführten Durchbohrung des ganzen Lagers sogar zu 750 m berechnet wurde.

Nach den verschiedenen Bestandverhältnissen wird die Salzmasse in 4 übereinanderliegende Hauptabtheilungen („Regionen") gegliedert, die aber keineswegs scharf gegeneinander abgegrenzt sind; Bischof sagt von ihnen: „Die liegendste besteht aus einer etwa 330 m mächtigen Lage reinen Steinsalzes. Hierauf ruht eine 62 m mächtige Schicht unreinen Steinsalzes, welches schon leicht lösliche Verbindungen in sich aufgenommen hat, ohne den specifischen Charakter des Steinsalzes verloren zu haben. Dann folgt eine 56 m mächtige Schicht, in welcher neben Steinsalz die schwefelsauren Verbindungen vorwalten, und die obere Lage von 42 m Mächtigkeit wird durch ein buntes Gemisch von Steinsalzen, Bittersalzen und Kalisalzen ausgefüllt."

So rein, wie man sich nach Bischof's angeführten Worten die unterste und grösste Abtheilung aus Steinsalz vorstellen kann, ist sie aber in Wahrheit nicht. Richtiger ist ihr Aufbau zu bezeichnen als eine stete Wechsellagerung nur 3—16 cm dicker, im Mittel 9 cm mächtiger Steinsalzschichten mit noch dünneren, höchstens 0,7 cm starken Lagen von Anhydrit (wasserfreien Kalksulfats). Letztere stellen sich im Querbruche zumeist als Schnüre dar von durch Bitumen grauer Färbung, und haben wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Anwachsstreifen des Holzes die Bezeichnung „Jahresringe" erhalten. Befreit man sie durch Auflösen in verdünntem Alkohol vom Steinsalz, so erkennt man ihr lockeres, zerreibliches Gefüge; sie erscheinen da rindenähnlich, nach oben glatt, nach unten zu aber rauh und mit zahlreichen, sich in die liegende Salzschicht einsenkenden Wurzelausläufern. Das Steinsalz der Zwischenlagen ist dagegen von compacter, krystallinischer Structur und glashell, im Pulver schneeweiss. Die oberen Lager-Regionen sind nun dadurch gekennzeichnet, dass an Stelle des Anhydrits andere Sulfate die Jahresringe bilden, welche dabei gleichzeitig nach oben hin meist an Dicke zunehmen und sich bis zu 30 cm dicken Lagen enthalten: oberhalb der Anhydrit-Region thut dies nämlich das Polyhalit genannte, neben Kalk eine ebenso grosse Summe von

---

*) E. Pfeiffer in seinem 1887 erschienenen Buche „Die Stassfurter Kali-Industrie" (Bolley's Technologie, II, 1, 2), das über alle damals bekannten Verhältnisse der Kalisalzlager und Kaliindustrie ausführliche und zuverlässige Auskunft bietet.

Magnesia und Kali enthaltende Sulfat ($2CaSO_4 + MgSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2O$), und noch weiter oben das Magnesiumsulfat Kieserit ($MgSO_4 + H_2O$), das nach seinem Bestande einem bei 100° anhaltend getrockneten Bittersalze entspricht. In der obersten Region (s. Fig. 1) des Salzlagers aber, die in Erinnerung an Felsmassen in Steinbrüchen, deren Decklagen man abräumen muss, um die darunter befindlichen festen Gesteinsschichten zu gewinnen, oft als diejenige der „Abraumsalze" bezeichnet wurde und noch wird, gesellt sich dem eben genannten Kieserit in

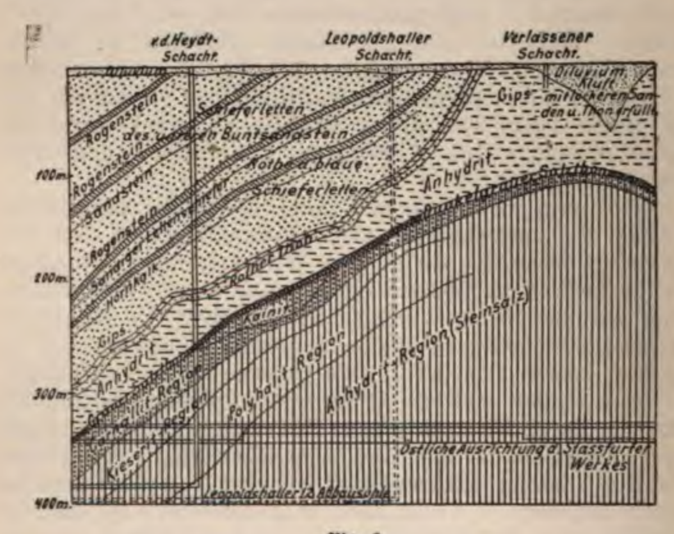


Fig. 1.

Das Stassfurter Salzlager. (Nach Pfeiffer.)

0,01—1,00 m dicken, in sich selbst gleichartigen, aber mit den Kieserit- und Steinsalzschichten innig verwachsenen Lagen das wichtige Kalisalz Carnallit, ein wasserreiches Chlorid des Magnesiums und Kaliums ($KaCl + 2MgCl_2 + 12H_2O$); dieselbe Region beherbergt aber noch eine ganze Reihe von Salzen, unter denen sich vorzugsweise solche finden, die gierig Wasser aufsaugen, stark „hygroskopisch" und sehr leicht in Wasser löslich sind oder sich unter gewöhnlichen Umständen zum Theil gar nicht aus Lösungen ausscheiden, wie der Tachhydrit ($CaCl_2 + 2MgCl_2 + 12H_2O$), und deren mehrere als Seltenheiten gelten dürfen (so Arcanit, Syngenit oder Kaluszit, Blödit oder Astrakanit, Löweit, Pikromerit oder Schönit). dustrielle Wichtigkeit haben von ihnen ausser dem

nur in vereinzelten Krystallen und Knollen eingestreutem Boracite (magnesiumchloridhaltigem Magnesiumborate), sowie den auf kleine Lager beschränkten Mineralien Schönit (Kalium-Magnesiumsulfat, K_2SO_4, $MgSO_4 + 6H_2O$) und Astrakanit (Natrium-Magnesiumsulfat, Na_2SO_4, $MgSO_4 + 4H_2O$) noch der Kainit und der Sylvin, welche beiden Salze erst, und zwar abbauwürdig zunächst im Leopoldshaller Antheile, aufgefunden wurden, nachdem der Kalisalzbergbau bereits mehrere Jahre im Gange gewesen war.

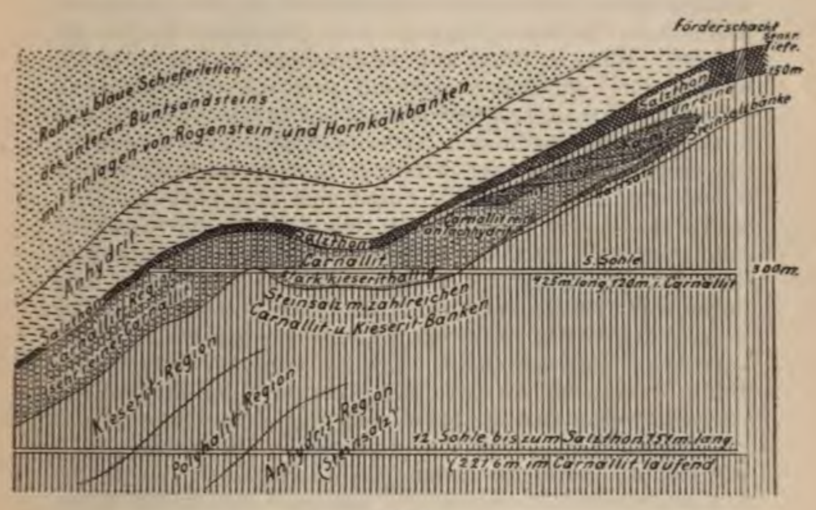


Fig. 2.

Leopoldshaller Antheil des Lagers. (Nach Pfeiffer.)

Von dieser Neuheit des Fundes hat der Kainit (*καινός*, neu) sogar seinen Namen erhalten; er ist ein chloridhaltiges Kalium-Magnesiumsulfat (K_2SO_4, $MgSO_4 + MgCl_2 + 6H_2O$). Der Sylvin, das einfache Kaliumchlorid (KCl), ist nach dem Arzte Sylvius de la Boë genannt, der das künstliche Salz im 16. Jahrhundert anpries; als Mineral war er bereits am Vesuv und in den Karpathen (zu Kalusz) aufgefunden worden; fast nur aus Sylvin bestehende oder denselben wenigstens vorwiegend enthaltende Massen von abbauwürdiger Grösse sind bislang weder bei Stassfurt noch anderwärts durch den Bergbau erschlossen worden (doch werden solche nach dem Ergebnisse von Tiefbohrungen in der Nähe von Hannover und Hildesheim vermuthet); man trifft ihn viel-

mehr immer nur im Gemenge mit Steinsalz (als sogenannten „Sylvinit“) oder mit Steinsalz und Kieserit (sogen. „Hartsalz“), wobei er im Allgemeinen an Menge zurücksteht.

Die Färbung der verschiedenen Salze ist sehr mannigfaltig, jedoch durchaus nicht, was wohl zu beachten ist, für die Art der Salze wesentlich oder charakteristisch.

Von den angeführten Salzen gelten einige als nicht ursprüngliche bei der Salzlagerbildung, sondern erst nachträglich in wechselseitiger Zersetzung älterer Salze entstanden. So auch der zu Leopoldshall angetroffene Kainit und der Sylvin des benachbarten Hartsalzlagers, und zwar in besonderer Berücksichtigung der geneigten Lage des Ganzen. Wie ein Blick auf die Profilskizze (Fig. 2) zeigt, welche die Verhältnisse darstellt, wie sie vor dem 1881 erfolgten Zusammensturze der Abbauräume oberhalb der 5. Abbausohle lagen (der Vereinfachung halber sind in die Fig. 1 und 2 nur wenige Bergwerksstrecken zur Orientirung eingezeichnet), findet sich innerhalb der Carnallit-Region der Carnallit in den tiefsten Niveaustufen sehr rein, der darüber liegende aber ist kieserithaltig, der noch höher gelagerte ist reich an Tachhydrit und gegen das „Ausgehende“ tritt an Stelle des Carnallits der Kainit, der stellenweise von Lagern von Hartsalz, Astrakanit u. a. begleitet wird. Erklärt wird der Befund nun dahin, dass auch am Orte des Kainit ein kieserithaltiger Carnallit vorhanden gewesen sei, aus dem durch hinzugesickertes Wasser das Magnesiumchlorid ausgelaugt und das Hauptmaterial zu Kainit, bezw. Hartsalz, Astrakanit u. a. umgewandelt worden sei, während jenes in der Form von Tachhydrit nach der Tiefe zu weiterfloss; um dahin abfliessen zu können, hätten aber daselbst Hohlräume vorhanden gewesen sein müssen, deren Existenz oder nothwendige Entstehung nachzuweisen unterlassen wird, sodass die ganze Erklärungsweise noch nicht völlig zu befriedigen vermag. Zweifellos ist jedoch in allen den Fällen, wo wie in Leopoldshall Kainit die Kuppe geneigter Carnallitlager darstellt, eine Herausbildung desselben aus letzterem sehr wahrscheinlich, während in anderen Fällen die Annahme einer primären, d. h. nicht nachträglichen, sondern der Altersfolge der umgebenden Massen entsprechende Entstehung sowohl für Kainit wie für Sylvin den Vorzug verdient.

Die Salze werden nun zu Stassfurt-Leopoldshall noch von „Salzthonen“ bedeckt, die bei 6—10 m, nach anderer Angabe 7—27 m Mächtigkeit reich an leicht löslichen Salzen sind, ja sogar die leichtest löslichen Verbindungen, welche im darunter liegenden Salze noch fehlen, enthalten,

so insbesondere Lithionsalze und Bromverbindungen; von den im Meerwasser nachgewiesenen Salzbildnern wird bislang nur noch das Jod hier vermisst.

Ueber den Salzthonen lagert zu Stassfurt Anhydrit in mehr oder minder gewaltigen Massen, die wiederum von Gips, der wasserhaltigen Art des Calciumsulfates, die man im wasserfreien Zustande eben mineralogisch Anhydrit nennt, bedeckt wird. Unweit davon stellte sich aber noch innerhalb des Anhydrits und durch dessen Massen sowie die des Salzthons oft verunreinigt, ein Schichtenglied ein, das auch eine sehr grosse Verbreitung gewinnt und sich oft zu gewaltiger Mächtigkeit entwickelt, dessen Stellung im Schichtensysteme aber Anfangs verkannt wurde und dessen Fund eben deshalb Besorgnisse schlimmster Art bei den Unternehmern neuer Bergwerke erweckte: das in Anbetracht des liegenden Hauptlagers als „jüngeres“ bezeichnete Steinsalz. Obwohl dasselbe von Haus aus eben nur durch seine Stellung in der Schichtenfolge gekennzeichnet ist, hat man es doch auch vielorts anderwärts wiederzuerkennen vermocht, ohne dass auch überall das „ältere“ Salzlager unter ihm nachgewiesen worden oder nachzuweisen wäre, und obwohl es in seiner weiten Erstreckung eine ungemeine Mannigfaltigkeit im chemischen und Mineralbestand, Färbung und innerer Gliederung aufgewiesen hat. Aber gerade diese Unbeständigkeit oder Regellosigkeit in den wichtigsten Verhältnissen ist das Charakteristische. Während das „ältere“ Steinsalz der „Anhydritregion“ einen bei der grossen Mächtigkeit des Lagers schon ziemlich monoton wirkenden Aufbau aus wenig mächtigen Schichten fast chemisch-reinen Steinsalzes in Wechsellagerung mit den Anhydrit-Jahresringen aufweist, findet sich dieses als „normal“ zu bezeichnende einfache Verhalten beim „jüngeren“ Salze nur sehr selten; gewöhnlich haben die Anhydrit- oder Polyhalitzwischenlagen vielmehr einen sehr ungleichmässigen, bisweilen sehr grossen Abstand von einander oder werden ganz vermisst, und das Salz selbst, das wie gesagt in der Färbung oft wechselt, erweist sich zwar stellenweise sogar in sehr mächtigen Zwischenlagen ungemein rein, öfter jedoch verunreinigt einerseits durch Thon und Anhydrit (oder Polyhalit), andererseits durch Magnesium- und Kaliumverbindungen.

Ueberlagert wird das Ganze, zu dem oft noch Lettenthone mit Kalksteinen u. a. im Hangenden treten, gleichsinnig („concordant“) von den Schichten der „unteren Buntsandsteinstufe“, mit der die Reihe der im geologischen Mittelalter, das als „mesozoische Aera“ bezeichnet wird, entstandenen Schichtensysteme beginnt; durch diese

Schichtenfolge ist nun auch das geologische Alter des Salzlagers bestimmt, welches nämlich demnach in der nächstälteren Periode (des „Zechsteins") entstanden sein und also noch den „paläozoischen" Schichten zugerechnet werden muss.

Beim „Abbau" der Kalisalze werden noch in der Grube die beigemengten minderwerthigen Salze („Abfallsalze") möglichst ausgeklaubt und jene dann in nur gröblich zerkleinerten oder aber im gemahlenen Zustande entweder der Fabrikbearbeitung oder unmittelbar dem Consume als Düngemittel zugeführt. Letzteres kann nur mit schon an sich kaliumreichen Salzen geschehen und geschieht derzeit fast nur mit dem Kainit, der eben deshalb von den Bergwerken besonders geschätzt wird; seine Beimengungen bedingen jedoch, dass die liefernden Werke nur einen Mindestgehalt (wasserfrei) von 23 % Kaliumsulfat (entsprechend 12,4 % Kali oder 10,3 % Kalium) verbürgen, während ganz reines Mineral 35 % Sulfat (entsprechend 18,9 % Kaliumoxyd oder 15,7 % Kalium) enthält. Ebenso schwankt beim Carnallit, der in den ersten Betriebsjahren das einzige kaliumhaltige Bergproduct war und auch jetzt noch, schon wegen seiner grossen und massigen Verbreitung, das Hauptmaterial zur Gewinnung kaliumreicherer oder möglichst reiner Fabrikate darstellt, der Gehalt an Kaliumchlorid, der bei idealreinen Stücken 26,88 % (entsprechend 14 % Kalium) beträgt, meist zwischen 14 und 18 % und ist für Lieferungen auf 16 % (oder 8,4 % Kalium) normirt.

Als nun die Kaliindustrie zu Stassfurt und Umgegend schnell einen bedeutenden Aufschwung nahm (die Zahl der Fabriken stieg vom Jahre 1861 bis 1863 auf 13, 1864 auf 18, von 1871 zu 1872 von 28 auf 33) und beide fiskalische Salzbergwerke, nämlich das preussische und das schon 1861 in Betrieb gekommene anhaltinische zu Leopoldshall, bald nicht mehr genügend Rohmaterial zu beschaffen im Stande waren, obwohl sie sich den Doppelcentner mit 1 Mk. bis 1,12 Mk. bezahlen liessen, während er ihnen selbst kaum auf die Hälfte zu stehen kommen mochte, übte dies naturgemäss einen mächtigen Anreiz auf Privatunternehmer aus, denen durch das preussische Berggesetz vom Jahre 1865 die Bahn freigemacht worden war, der weiteren Erstreckung des Kalisalzlagers in der Umgegend von Stassfurt nachzuforschen, um einen Antheil an dem werthvollen Mineralschatze zu gewinnen. So wurden denn bald nordwestlich von Stassfurt von der Gewerkschaft „Agathe", nordöstlich davon seitens des Bergbauunternehmers Riebeck, zu Tarthun, Westeregeln und Hadmersleben aber vom Aschersleben Bankier Douglas

Tiefbohrungen nach Kalisalzen angestellt, doch trafen alle zu ihrer Enttäuschung auf Steinsalz, wodurch die Unternehmungslust sehr gedämpft wurde. Erst nachdem Douglas die mit mehreren Bohrlöchern im Liegenden des zunächst angetroffenen („jüngeren") Steinsalzes vorgefundenen Kalisalze 1874 auch mit einem Schachte aufgeschlossen und hiermit „Douglashall" (spätere Alkaliwerke Westeregeln) geschaffen hatte, wich die Scheu vor dem „jüngeren" Steinsalze, man folgte mit Glück dem dort gegebenen Beispiele und es entstanden in schneller Folge die Kalisalzbergwerke „Neustassfurt" (1876), „Aschersleben" (1883), „Solvay-Werke" bei Bernburg und „Ludwig II." (früher Riebecks-Schacht), während gleichzeitig die fiskalischen Werke ihre Betriebe vergrösserten. Hatte man sich bei diesen montanistischen Speculationen noch knechtisch an das Stassfurter Vorkommen gefesselt und sich nicht aus der Schichtenmulde zwischen dem Harzrande und der Magdeburg-Neuhaldenslebener Grauwacken- und Porphyrschwelle hinausgewagt, dagegen in ihr den sie ziemlich längstheilenden „Rogensteinsattel" als Leitlinie festgestellt, so wuchs mit den Erfolgen der Muth doch immer mehr und wurden die Schürfungen dann weiterhin in der Längsrichtung jener mannigfach gestörten und gegliederten Mulde ausgedehnt, deren südöstliches Ende schon bei Aschersleben und Bernburg ermittelt war; so gelangte man mit ihnen durch braunschweigisches Land hindurch bis in das weite Gebiet der Provinz Hannover, indem man jedem „höfflichen" Punkte, wo die Deckschichten der Stassfurter Lager der Oberfläche nahelagen, Beachtung schenkte. Nun waren aber auch schon ausserhalb der Stassfurter Mulde Spuren des Vorhandenseins von Kalisalzen mehrorts angetroffen worden, so z. B. in Holstein und Mecklenburg, was dazu reizte, in immer weitere Ferne zu schweifen. Geschürft wurde daher noch, und zwar meist mit ermuthigendem Erfolge, in der ganzen Harzumrandung, längs der Höhenzüge, die sich westwärts zur Weser und darüber hinaus erstrecken, südwärts aber durch Thüringen hin bis ins obere Werrathal und in die Arnstädterbucht. Gleichzeitig richtete man jedoch sein Augenmerk auch auf Salzlager von wahrscheinlich viel jüngerem geologischem Alter, an denen Spuren von Kalisalzen beobachtet worden waren, und hat deren, die vorzugsweise dem Thalgebiete der Aller von deren Quelle an zugehören, vielorts aufgesucht; ja selbst bis in die Nähe der Nordsee wagte man sich vor, gereizt durch die in der Lüneburger Haide nicht seltenen Salzspuren. Mit einem fast unheimlich schnell wachsenden Eifer, stellenweise sogar mit heftige Concurrenzkämpfe erregender Hast, gewann, von

der Börsenspeculation begünstigt, das Kalischürfen im letzten Jahrzehnt eine dermaassen grosse Ausdehnung, dass man nach Schiller die Frage aufwerfen kann: „Wer zählt die Unternehmungen und kennt ihre Namen?"

Noch lassen sich zur Zeit, wo sich doch bereits an den Börsen eine gewisse „Kaliverdrossenheit" fühlbar gemacht hat, ihre Erfolge nicht übersehen, weil sie zumeist nur in Bohrlochsfunden bestehen, die beim Salzbergbau noch weniger als bei anderen Bergunternehmen ein sicheres Urtheil über das angetroffene Lager gestatten. Zuweilen hüllt man sich überdies, wie z. B. seitens des preussischen Fiskus und der sogenannten Schutzbohrgesellschaft, in geheimnissvolles Schweigen über die Bohrergebnisse ein. Bei der Grösse des Wagnisses, das ein jedes Bergbauunternehmen fordert, ist es auch nicht zu verwundern, dass manche derselben schon gescheitert sind. Ob dieses Loos noch viele andere treffen werde und sich solchergestalt die natürliche Ausstattung unseres Landes mit Kalisalzlagern als ein Danaergeschenk für unsern Nationalwohlstand erweisen sollte, kann erst die Zukunft lehren, wenn die zahlreichen angebohrten Kalisalzlager vom Bergbau aufgeschlossen sein werden. Die jetzt hierüber gefällten Urtheile sind alle vom subjectiven Temperament beeinflusst oder der Parteilichkeit verdächtig.

Dabei ist auch zu erinnern, dass, wie so manche andere Grossindustrie, die Kaliproduction ebenfalls ihren dermaligen Stand nicht im steten Aufschwunge erreicht hat, sondern schon mehrmals Zeiten der Ueberproduction und Entmuthigung überstehen musste, dass also, wenn jetzt eine Ermattung eintreten sollte, solche nicht gleich tragisch genommen werden muss. Die bereits producirenden Werke, deren grosse Betriebsgewinne eben den Anreiz zu den vielen Neugründungen lieferten, möchten sich allerdings den Absatzmarkt vorbehalten mit der Begründung, dass sie allein schon und auf die Dauer der gesteigerten Nachfrage zu genügen in der Lage seien; sie weisen auf die Gefahr hin, dass die Existenz allzuvieler Kalibergwerke keinem derselben eine für die Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten genügendes Förderquantum zuzuweisen erlauben werde. Bekanntlich hat es schon in diesem Jahre (1898) viele Mühe gekostet, diese Werke, deren Zahl jetzt 12 beträgt (ausser den schon genannten die Vienenburger „Hercynia", das zur Zeit noch einzige Kalisalzwerk in der Provinz Hannover, ferner „Thiederhall" und „Hedwigsburg" in Braunschweig, „Wilhelmshall" am Huy, „Glückauf" bei Sondershausen) in einem „Syndikate" zusammenzuhalten, dessen Hauptzweck die

Erhaltung hoher Verkaufspreise der Producte ist. Falls nun schon in den beiden nächsten Jahren, wie erwartet wird, 6 bis 12 neue Kaliwerke ihre Förderung beginnen, so erscheint allerdings der Eintritt einer Ueberproduction und der Ausbruch eines hitzigen Concurrenzkampfes unvermeidlich, wenn bis dahin nicht auch der Absatzmarkt der Producte eine Verdoppelung erfahren haben sollte, was nicht unmöglich erscheint, da sich in den Boden cultivirenden Kreisen des In- und Auslandes die Erkenntniss vom Werthe der Kalidüngung erst seit Kurzem Bahn gebrochen hat und voraussichtlich bald noch allgemeinere Anerkennung erringen wird. Wäre doch nach Ansicht von Sachverständigen selbst dem innerhalb des Deutschen Reiches vorhandenen Culturboden jährlich eine etwa 20 Mal grössere Menge von Kalisalzen zur Düngung zu wünschen, als wie er jetzt erhält! Und nun erst die grossen, durch Raubbau erschöpften Culturflächen Nord- und Südamerikas, Indiens und Russlands! Ein dermaassen schneller Aufschwung des Consums ist allerdings wohl nur dann zu erwarten, wenn die Kalisalzpreise noch ermässigt werden, was auch deshalb zu wünschen wäre, weil ohne Nachgiebigkeit hierin unsere Kalisalze schwerlich zu einem Massenartikel des Welthandels werden, wozu wir sie in unserem Interesse baldmöglichst machen sollten, solange wir noch die einzigen Grossproducenten sind und uns die Beherrschung des Marktes sichern können. Ob wir auch die einzigen bleiben werden, ist nämlich durchaus nicht verbürgt; wenigstens lässt sich kein einziger wissenschaftlicher Grund für unsere Bevorzugung anführen und muss man es bei der weiten Verbreitung von Salzlagern über die ganze Erde und durch alle Systeme von in Wasser abgelagerten Schichten für als sehr wohl möglich anerkennen, dass verschiedenen auswärtigen unter ihnen auch Kalisalze zugesellt sind. Das wollen allerdings manche und insbesondere finanziell Interessirte nicht anerkennen, weil es ihnen unangenehm sein würde. Aber in der That ist uns ein Kaliummonopol durchaus nicht auf die Dauer zugesichert. Mit demselben rechthaberischen Eifer, mit welchem man es jetzt zuweilen für Norddeutschland beanspruchen hört, rühmten sich seiner noch vor 15 Jahren die Kaliwerke von Stassfurt und dessen näherer Umgebung; aber wie bald und in welchem Umfange sind ihre Worte Lügen gestraft worden! Bisher haben sich allerdings, zum Glück für uns, die im Auslande vorgefundenen Kalisalzlager noch immer als industriell weniger wertvoll herausgestellt, als die unsrigen, sodass sie mit diesen nicht in Wettbewerb zu treten vermögen; es waren das Salzlager, von denen das eine, im Indischen Punjab,

der geologisch ältesten Schichtenstufe (dem „Silur") des palaeozoischen Systems zugerechnet wird, während die anderen in den Karpathen (zu Kalusz und Turza wielka) gerade verhältnissmässig sehr jungen Ablagerungen (dem „Miocän") des tertiären oder nëo- oder känozoischen Schichtensystems angehören.

Wie schon in der oben gegebenen Schilderung des Stassfurter Lagers angedeutet wurde, zeigen die verschiedenen Glieder desselben eine gewisse Mannigfaltigkeit in ihrer Massenentwickelung und auch im Salzbestande. Aber selbst diejenige Ordnung, von der wir es im Grossen und Ganzen beherrscht finden, treffen wir nicht in allen anderen Salzlagern wieder an. Hieraus ist zu schliessen, dass es verschiedene Umstände geben muss, die auf Salzlagerbildungen einen mehr oder minder grossen, wesentlichen oder nur zufälligen Einfluss ausüben. Jedoch dürfen wir trotz der grossen Mannigfaltigkeit ihrer inneren Gliederung und ihres Bestandes behaupten, dass sich alle Salzlager aus wässerigen Lösungen abgeschieden haben. Das ist ein Lehrsatz, der noch vor etwa 50 Jahren nicht allgemein anerkannt wurde, indem man aus Gründen, deren später noch gedacht werden soll, auch eine vulcanische Entstehung gelten liess.

Alle Salzlager sind also Verdunstungsrückstände von salzhaltigen Gewässern, von Soolen oder Laugen. Ihre Art und innere Bestandsgliederung ist daher abhängig von der Art und Grösse des Salzgehaltes jener Gewässer, von der Stärke der Verdunstung, die auf jeden Fall die oberflächlichen und atmosphärischen Zuflüsse zu überwältigen im Stande sein musste, von der Gestalt und Erstreckung der Verdunstungspfanne und nicht zum Mindesten von Störungen des Verdunstungs- und Ablagerungsvorgangs durch atmosphärische oder geologische Ereignisse.

Die Frage nach der Herkunft der zur Salzablagerung nöthigen Salzlösungen ist am leichtesten mit dem Hinweise auf das Oceanwasser zu beantworten, dessen im Wesentlichen überall gleichartiger Salzgehalt zugleich die hierin obwaltende Uebereinstimmung örtlich wie zeitlich weit von einander entfernt entstandner Salzlager befriedigend erklärt. Trotzdem hat es nicht an Leuten gefehlt, die das bezweifelten und bestritten. Man hat die Behauptung aufgestellt, dass das Oceanwasser zuerst süss gewesen und erst im Laufe der geologischen Zeiträume salzig geworden sei, und man stützte sich hierbei auf die Entdeckung, dass viele derjenigen Gesteine, welche aus dem Schmelzfluss der Erde entstanden und zum Theil die erste Kruste derselben bildeten, zum Theil letztere eruptiv

durchbrachen, einen Salzgehalt besitzen, der, obwohl an sich so gering, dass er zumeist bei der chemischen Analyse des Gesteins noch nicht zahlenmässig ausgedrückt werden kannn, doch bei der Verwitterung freigeworden und in seiner im Laufe der Zeiten erfolgten Summirung dem Oceanwasser den Salzgehalt zu verleihen vermocht habe. Dabei wird aber übersehen, dass die aus den Verwitterungsproducten jener erstgebildeten („protogenen") Gesteine bestehenden und in Wasserbecken abgelagerten „Sedimentärgesteine" im Allgemeinen zweifellos keinen geringeren Salzgehalte besitzen als wie jene, so dass eine Differenz im Salzgehalte dem Oceanwasser nicht zu Gute kommen konnte. Auch hat sich dasjenige Beispiel, auf welches man sich besonders gern berief, als trügerisch erwiesen; es ist das der Jordan, dessen unmerklich salziges Wasser in seiner vieltausendjährigen Verdunstung das todte Meer salzig gemacht haben soll; denn in diesem Falle darf man sogar den Spiess umdrehen und sagen, dass das Jordanwasser seinen ganz geringfügigen Salzgehalt dem todten Meere verdankt. Letzteres hat nämlich früher eine viel grössere Ausdehnung besessen, sich bis halbwegs zum See Tiberias erstreckt und zu beiden Seiten des Jordanbettes gips- und salzhaltige Ablagerungen zurückgelassen, die von den dem Jordan zusetzenden Gewässern durchsickert und ausgelaugt werden. Das todte Meer aber, dessen Spiegel seitdem ungemein gesunken, verdankt seinen Salzgehalt offenbar der Auflösung von Theilen eines (zur Kreideperiode entstandenen) Salzlagers, von dem noch jetzt ein aus Steinsalz bestehender Teil am Djebel Usdom oberhalb des derzeitigen Wasserspiegels ansteht.

Demnach ist der schon oben erwähnten Meinung beizupflichten, die alle im Binnenlande angetroffenen salinischen Materialien von irgend erheblicher Masse für mittelbare oder unmittelbare Abkömmlinge des Oceanwassers erklärt, dem der Salzgehalt, wie dies aus noch anderen Gründen wahrscheinlich ist, und zwar der nach Menge und Art im Wesentlichen gleichgebliebene Salzgehalt von Beginn seines Daseins an eigen gewesen sein dürfte. Es stammen also auch diejenigen Salze, welche in den Steppen des alten und neuen Continents von Oberflächengewässern ausgelaugt und den Binnenseen zugeführt werden, ursprünglich aus dem Ocean. Das gilt allerdings nur im Allgemeinen, denn je ausgedehnter das Auslaugungsgebiet dieser Gewässer, und je geringer deren Gehalt an marinen Salzen ist, desto mehr werden sich neben letzteren andere wasserlösliche Substanzen bemerkbar machen, die von der Gesteinsverwitterung oder auch,

wenngleich seltener, von vulcanischen Ausströmungen geliefert werden, und lässt sich auf diese Weise erklären, warum in der Art des Salzgehaltes bedeutende Verschiedenheiten zwischen Oceanwasser und dem Salzwasser aus Binnenseen obwalten können. Die allergewöhnlichste Erscheinung dieser Art ist der verhältnissmässig viel grössere Reichthum der salinischen Binnengewässer an Schwefelsäure-Verbindungen, der wahrscheinlich durch die ungemein weite Verbreitung von Eisenschwefelverbindungen (Schwefelkies u. a. m.), die bei der Verwitterung Schwefelsäure liefern, gegeben ist; aus der wechselseitigen Zersetzung mariner Salze und derartiger, von der Gesteinsverwitterung oder vulcanischen Ausströmungen (z. B. boraxhaltiger) gelieferter, ist dann die ungemeine Mannigfaltigkeit in den Art- und Mengungsverhältnissen der schwachsalinischen Binnenlandgewässer abzuleiten.

Obwohl nun keineswegs die Möglichkeit geleugnet werden kann, dass in abflusslosen Gebieten auch durch nur ganz schwachsalinische Flussläufe Salzseen und aus diesen wiederum Salzablagerungen entstehen können, ist dennoch diese Art der Salzlagerbildung von sehr geringer geologischer Bedeutung, und zwar in Rücksicht sowohl auf Thatsachen, wie auf Theorien. Auf Thatsachen schon deshalb nicht, weil bisher von keinem einzigen grossen Salzlager eine derartige Entstehung nachzuweisen gelang. Theoretisch kommt aber die ungeheure Zeitdauer in Betracht, deren die bis zur Uebersättigung zu steigernde Anreicherung eines Binnensees mit Salz durch geringsalinisches Flusswasser bedarf. Da nämlich die Entwässerung und Erosion bekanntlich von den Meeresküsten aus rückwärts ins Binnenland greift, ist den innerhalb des letzteren vorhandenen abflusslosen Gebieten, in denen doch allein Salzseen entstehen können, kein im geologischen Sinne langes Dasein zuzusprechen, das mithin nicht zur Uebersalzung von grösseren Binnenseen genügen wird. Längere Dauer darf man vielleicht nur für die sich als Depressionen bis unterhalb des Meeresspiegels darstellenden Landbecken beanspruchen, wie ein solches z. B. die aralokaspische Niederung darstellt. Aber gerade letztere liefert Beweismittel für die ungeheuere Zeitdauer, der es auf diesem Wege zur Bildung verhältnissmässig geringfügiger Salzablagerungen bedarf, da sowohl der Kaspials der Aralsee, die Reste eines inmitten der neozoischen Aera sich bis in das Wiener Becken erstreckenden brackischen Binnenmeeres, auch jetzt nach einer in Jahrhunderten unbestimmbaren Zeit nur brackisches Wasser enthalten (Kaspi mit 0,6—1,3 % Salz, Aralsee mit 1,08 %) und nur in periodisch oder endgültig abgescheerten Rand-

lagunen des zum Kaspi gehörigen Adschidarja Salzablagerungen in der Bildung begriffen sind.

Jedenfalls kommt für unsere grossen norddeutschen Salzlager, deren Bildung wir doch vorzugsweise betrachten wollen, die Zusammenführung durch schwachsalinische Flussläufe garnicht mehr in Frage, obwohl gerade für das Stassfurter Lager F. Bischof, der es zuerst eingehend schilderte, eine derartige Entstehung gefordert hat; denn da Flusswasser auch immer Schlamm und „Flusstrübe" mit sich schleppt, müssten sich da unsere Salzlager vielmehr verunreinigt und in häufigerer Wechsellagerung mit Thonschichten aufgebaut finden, als dies der Fall ist. Und wenn auch für eine grosse Zahl derselben, wie wir noch sehen werden, die Bildung durch Umlagerung, aber unter von den oben betrachteten abweichenden Verhältnissen, grosse Wahrscheinlichkeit besitzt, ist doch andererseits für die in geologischer Beziehung wichtigsten die Entstehung aus Oceanwasser garnicht mehr zweifelhaft. Da ihr Salz, und zwar auch ihr Kaligehalt, unmittelbar vom Oceane herstammt, bezeichnet man sie als „primäre" Lager, im Gegensatz zu denjenigen, deren Salz vorher schon, sei es in Massen gesammelt, sei es auf grössere Strecken vertheilt, am Aufbau des Landes theilgenommen hatte und die eben deshalb „secundäre" genannt werden.

Von den primären, oceanischen Salzlagern dürfen wir uns nun rühmen, die Verhältnisse schon in solchem Umfange erkannt zu haben, wie von keinem anderen im Wasser entstandenen Gesteinskörper. Während wir nämlich bei letzteren keine Causalitätsbeziehungen zwischen den verschiedenartigen, auf einander folgenden Lagen nachzuweisen und keine Antwort auf die Frage zu geben vermögen, warum sich z. B. auf eine Thonschicht eine Sandsteinbank und nicht ein Kalkstein aufgelagert habe, sind wir befugt, für ein oceanisches Salzlager den Aufbau aus verschiedenartigen, aber bestimmten Gliedern und in fest geregelter Reihenfolge zu fordern. Wir wissen, dass und warum ein solches Lager nicht nur aus Massen von Steinsalz, sondern auch von Anhydrit und von „Mutterlaugensalzen" besteht, wenn es „vollständig" vorliegt, d. h. wenn nicht durch äussere Gewalt entweder seine Bildung vorzeitig beendet oder ihm nachträglich ein Glied geraubt wurde. Die Zusammengehörigkeit von Steinsalz und Anhydrit oder Gips zum „Salzgebirge" war wegen deren gewöhnlichem Zusammenvorkommen auch älteren Forschern nicht entgangen, doch gelang letzteren eben nicht der Nachweis der Nothwendigkeit der Vergesellschaftung; diesen verdanken wir vielmehr erst den Untersuchungen Usiglio's, der zuerst (vor 50 Jahren) die Verhältnisse

der Ausscheidung des Seesalzes, das von Alters her an den Mittelmeerküsten in grossen Mengen gewonnen wird, genau bestimmte. Für die aus dessen Versuchsergebnissen gezogenen Schlussfolgerungen lieferte dann das Stassfurter Lager die schönste Bestätigung. Die Lücke aber, die Usiglio noch liess, indem er die Salzausscheidungen nur bis zu dem Punkte verfolgte, wo bei der Seesalzgewinnung die Mutterlauge abgelassen wird, gelang es zunächst durch in der Kalisalzfabrikation gemachte Erfahrungen zu überbrücken, eine ganz befriedigende Füllung derselben ist jedoch van'tHoff im Begriff uns mit seinen in grossem Umfange unternommenen Arbeiten zu schenken. Wie schon angedeutet wurde, ist also die primäre Salzlagerbildung ein der Seesalzgewinnung entsprechender Vorgang, nur mit dem Unterschiede, dass bei der natürlichen Abdunstung noch einige einflussreiche Umstände wirksam sein können, die der „Seesalzgärtner" absichtlich und sorgfältig ausschliesst, um möglichst schnell ein Erzeugniss von erwünschter Güte zu erhalten. Unwesentlich erscheint dagegen (ausser der Vertheilung der Ausscheidungs-Phasen auf verschiedene „Salzbeete" in den „Salzgärten") der Grössenunterschied der Abdunstungspfannen; bei der Seesalzgewinnung pflegen letztere ja nur einige Are oder Hektare zu überdecken (zu Camargue in Südfrankreich erreichen sie allerdings insgesammt 1250 ha Oberfläche), während in der Natur die einer Salzablagerung dienende Lagune sogar die Ausdehnung unsers Welttheils Europa besitzen kann.

Betrachten wir daraufhin nur einmal das Mittelländische Meer, das zwischen Gibraltar und Bosporus $2^1/_2$ Millionen qkm einnimmt, so entdecken wir, dass es nur eines anscheinend geringfügigen Umstandes bedarf, nämlich des Schlusses der Meerenge von Gibraltar, um in ihm grosse Salzlager entstehen zu lassen. Trotz der atmosphärischen Niederschläge und der bedeutenden Süsswasserzuflüsse, die das Mittelmeer zumal im Vater Nil, in dem 40 m tiefen Ausflusse des Schwarzen Meeres durch den Bosporus, im Po, der Rhône, dem Ebro u. a. m. erhält, ist nämlich die Verdunstung, insbesondere in der Nähe der Lybischen Wüste so kräftig, dass sie dem bei Gibraltar eingeströmten Oceanwasser einen concentrirteren Salzgehalt und, ungeachtet der entgegenwirkenden Erwärmung, grössere Dichte zu ertheilen vermag; letztere macht die betroffnen Wassertheilchen versinken, an deren Stelle leichtere an die Oberfläche treten. Bei andauernder Verdunstung kann sich dieser Ortswechsel der Wassertheilchen in vertikaler Richtung so lange wiederholen, bis Uebersättigung erst für die eine der gelösten Mineralver-

bindungen, darauf für eine andere u. s. w. bis zur letzten eintritt und sich die festgewordenen Salze nach ihrer Ausscheidungsfolge übereinander ablagern. Solches Spiel wäre aber nur möglich bei Isolirung der betrachteten Wassersäule von ihrer gleichartigen Umgebung. In Wirklichkeit werden dagegen so lange, als in der Umgebung noch leichtere, „verdünntere" Laugentheilchen vorhanden sind, dieselben eingreifen und ihren Platz nach Maassgabe ihres specifischen Gewichtes beanspruchen, so dass der Vorgang für grössere Theile des Meeres ziemlich einheitlich erfolgt. Da die Verdichtung nur durch die Verdunstung, also an der Oberfläche bewirkt wird, können die in die Tiefe sinkenden Laugetheilchen nicht etwa noch auf diesem Wege an Dichte oder Concentration zunehmen; noch entschiedener ausgeschlossen ist eben deshalb der Eintritt einer Salzausscheidung in der Tiefe. Die Ausscheidung irgend eines gelösten Stoffes aus dem Wasser kann vielmehr nur von der Oberfläche aus beginnen und deren Absatz nur erfolgen, wenn nicht nur die ganze Wassersäule, sondern auch deren gleichartige Umgebung innerhalb eines Umfanges, aus dem ein Zufluss einzugreifen vermag, damit gesättigt ist. Befindet sich zeitweise eine mit dem in Frage kommenden Stoffe nicht gesättigte Wasserschicht an der Oberfläche, so kann währenddem keine Ausscheidung desselben stattfinden.

Im Mittelmeere ist nun die Verdichtung des Salzgehaltes durch Verdunstung noch sehr weit entfernt von der Sättigung mit auch nur einer einzigen wichtigeren von den gelösten Mineralverbindungen, doch finden wir das Wasser bereits nach seinem Salzgehalte geschichtet; der wirkliche Grund der Schichtung ist allerdings nicht letzterer, sondern das von ihm abhängige spec. Gewicht, aber während dieses und damit zugleich die vertikale Anordnung der Wassertheilchen im offenen Oceane in erster Linie von der Temperatur bestimmt werden, ist deren Einfluss hier durch die Concentration des Salzgehaltes gebrochen und überwunden. In Folge der Verdunstung ist das Mittelmeerwasser überhaupt salzreicher als das des Oceans; das an der Oberfläche durch die Strasse von Gibraltar einfliessende Wasser besitzt bei 18,9° Temperatur 1,027 spec. Gewicht (und 3,64 % Salzgehalt), bei Sizilien schon 1,028 spec. Gewicht bei 23,6° C., und in der Nähe der lybischen Wüste bei 26° C. 1,0293 bis 1,0294 Dichte. Trotzdem kann man nicht behaupten, dass das Mittelmeer dem Ocean andauernd eine beträchtliche Menge Salz entziehe, weil nachgewiesen ist, dass am Boden der Strasse von Gibraltar ein Strom salzreicheren Wassers (an aus 250 und 517 Faden Tiefe geschöpftem Wasser wurden

Dichten von 1,0281 bis 1,0293 bei 13° C. beobachtet) in den Ocean zurückfliesst. Wie sich die Wassermengen der beiden, sich in entgegengesetzten Richtungen bewegenden Strömungen zu einander verhalten, wissen wir nicht; aber auch wenn diejenige des Unterstroms geringer sein sollte als die der Oberfläche, wird sie doch wegen ihres höheren Salzgehaltes den dem Oceane aus dem Oberflächenstrome erwachsenen Salzverlust ausgleichen, weshalb denn auch seit menschlichem Gedenken das Mittelmeerwasser nicht salzreicher geworden ist.

Beistehende Skizze (Figur 3) wird die Verhältnisse wohl verdeutlichen. Das spec. Gewicht des Oceanwassers erreicht selbst in mehreren Tausend Faden Tiefe nicht mehr als 1,0275 Dichte, während das Mittelmeerwasser

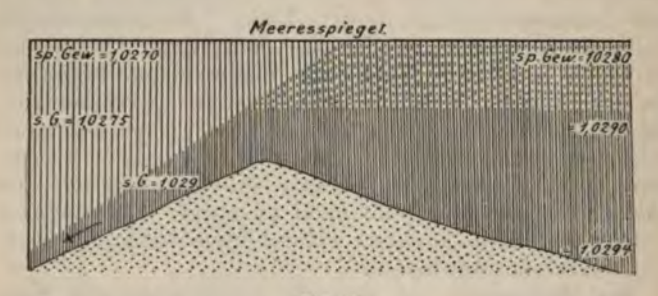


Fig. 3.

Dichte-Verhältnisse des Meerwassers längs der Strasse von Gibraltar.

im Allgemeinen schwerer ist; letzteres muss also hinausdrängen; in den grössten, noch unter die Schwelle der Strasse von Gibraltar (517 Faden) hinabreichenden und mehrere Tausend Faden zählenden Tiefen des Mittelmeeres aber bleibt Wasser von gleichem spec. Gewicht und Salzgehalte, wie solche das bei Gibraltar ausströmende Wasser besitzt, in völliger Ruhe zurück; in Anbetracht der Verzögerung im seitlichen Abflusse können beide genannte Grössen bei ihm sogar noch um ein geringfügiges höher sein; keines Falles aber wird eine Salzausscheidung aus diesem Tiefenwasser erfolgen, weil es eben von der Atmosphäre abgeschlossen ist, an der es allein seinen Salzgehalt durch Verdunstung zu steigern oder zu übersättigen vermöchte.

Die Verbindung mit dem Ocean durch die Meerenge von Gibraltar ist also das Hinderniss, das sich trotz der obwaltenden grossen Verdunstung der Entstehung von Salzlagern im Mittelmeere entgegenstellt. Würde sie da-

gegen festgeschlossen, so könnte die Salzlagerbildung daselbst zunächst eingeleitet werden und bald danach beginnen, wobei eine gleichzeitige Verminderung oder der Wegfall der atmosphärischen Niederschlagsmengen und der Süsswasserzuflüsse ebenso wie die etwa gesteigerte Verdunstungsstärke den Vorgang erheblich beschleunigen müsste. Es würde also das ganze Mittelmeerbecken zu einer grossen Abdunstungspfanne werden, in der das zurückgebliebene Meerwasser und die aus der Atmosphäre und den Flüssen hinzukommenden süssen Gewässer von der Sonne eingedampft werden. Der Vorgang wäre folgender. Durch die Verdunstung wird allmählich der Salzgehalt und die Dichte der ganzen Beckenfüllung gesteigert. Von den in eintausend Theilen von Mittelmeerwasser enthaltenen 0,117 Kalkkarbonat, 1,76 Kalksulfat, 30,183 Natriumchlorid (Kochsalz), 2,541 Magnesiumsulfat, 3,302 Magnesiumchlorid, 0,534 Kaliumchlorid und 0,552 Natriumbromid, wird trotz der andauernden Verdunstung selbst der am schwersten lösliche Stoff, das Kalkkarbonat, nicht eher ausgeschieden werden, als bis das Volumen des Mittelmeerwassers auf seine Hälfte zusammengeschrumpft ist, und das Kalksulfat gelangt erst zur Ausscheidung und Ablagerung bei der weiteren Reduction auf 24 bis 11 Volumenprocente.

Das ausgeschiedene Kalksulfat, das also, wenn man von der geringfügigen Menge des Kalkcarbonats ganz absieht, die unterste oder Grundlage eines jeden primären Salzlagers bildet, findet sich da stets in der als „Anhydrit" bezeichneten wasserfreien Modification, während in den Salzgärten immer die wasserhaltige Verbindung, der Gips, entsteht. Es liegt hier, beiläufig bemerkt, ein Fall vor, der die immer noch grosse Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse an den Pranger stellt. Wir wissen in der That nicht sicher den Grund anzugeben, warum das Fundament der Salzlager aus Anhydrit und nicht aus Gips besteht, oder wie man überhaupt ohne Anwendung von den Siedepunkt übersteigender Wärme aus verdünnter (1,1—1,3 Dichte) wässeriger Lösung Anhydrit erzielen kann; nur eine allerdings grosse Wahrscheinlichkeit besitzende Vermuthung lässt die Sache dahin erklären, dass dazu ein 10 Atmosphären übersteigender Druck in der Ablagerungsregion nöthig sei (während aus concentrirten Laugen von 1,3 und höherem spec. Gewichte ausfallendem Calciumsulfate die in Lösung verbleibenden wassergierigen Salze, z. B. Magnesiumchlorid, das Wasser vorenthalten oder zu nehmen vermögen). Eben diese Anhydritnatur des von ihnen bereits als wesentlichen Zubehör zum Salzlager erachteten Anhydritfundamentes oder Anhydritsockels

und die für unmöglich gehaltene Entstehung von Anhydrit aus wässeriger Lösung waren es auch, die früher von bedeutenden Forschern und Kennern von Salzlagern als Hauptstützen ihrer Theorie einer vulcanischen Bildung derselben benutzt wurde; Salz selbst ist ja, wie andere Chloride auch, nicht selten in Vulcanschloten gefunden worden, woselbst es sich aus Dampfform niedergeschlagen hat. Noch ein weiterer, sehr wichtiger Umstand schien als Beweis eruptiver Entstehung gelten zu dürfen, ein Umstand, der in der That auch jetzt noch ein ungelöstes Rätsel darstellt, nämlich die mannigfachen Faltungen. Windungen, Drehungen und gekröseähnlichen Verflechtungen dünnschichtiger, verschiedenartiger Salzlagen, wie wir solche z. B. an Sylviniten im Hercynia-Bergwerke bei Vienenburg beobachten können, und die in neuerer Zeit das Interesse auch deshalb auf sich lenkten, weil sie das auf Bohrlochfunde begründete Urtheil über die Mächtigkeit der gebogenen Schichten leicht zu täuschen vermögen. Allerdings ist eine von H. Bischof dafür gegebene Erklärung sehr beliebt und verbreitet; da sich nämlich unter dem Einflusse von Wasser der Anhydrit oft in grosser Ausdehnung durch Wasseraufnahme zu Gips umgewandelt zeigt, erklärte Bischof die Faltungen durch das mit der Wasseraufnahme nothwendig verbundene Volumenbedürfniss und den hierbei örtlich wechselnden inneren Druck im ganzen Lager gegeben. Dabei übersah er aber einmal den Umstand, dass nicht erst der Gips, sondern schon der Anhydrit die Faltungen und Drehungen aufweist, und dann, dass letzterer gar nicht so wassergierig oder „hygroskopisch“ ist, wie er nach der gegebenen Erklärung sein sollte; wohl überziehen sich Anhydritwände in feuchter Grubenluft bald mit einer Gipshaut, die ihnen aber zum ferneren Schutz gegen Wasser zu dienen scheint, denn die im Anhydrit z. B. in Eisleben ausgearbeiteten Grubenräume, die von allen Seiten wieder zuwachsen müssten, wenn er stark hygroskopisch wäre, haben dieselbe Dauer und Standfestigkeit wie die im Kalksteine befindlichen.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Betrachtung der vorgestellten Salzlagerbildung im Mittelmeerbecken zurück, so ist zu erwähnen, dass sich die Ausscheidung von Steinsalz unmittelbar an diejenige des Kalksulfates anschliesst, noch bevor dessen letzter Rest (ziemlich $^1/_6$) verfestigt wurde, der aber auch sehr bald völlig und zwar zugleich mit der Hauptmasse ($^4/_5$) des im Wasser enthaltenen Natriumchlorids oder Steinsalzes ausfällt; dem letzteren mengen sich noch Magnesiumsulfat und Magnesiumchlorid bei, jedoch machen alle diese Ver-

unreinigungen des Steinsalzes nur etwa dessen siebzigsten Theil aus, weshalb sie seine Reinheit nicht auffällig beeinträchtigen.

Während dieser Ausscheidungen musste aber das Volumen der flüssigen Beckenfüllung immer mehr eingeengt werden; betrug es schon bei Beginn der Kalksulfatausscheidung nur etwa den vierten Theil des ursprünglichen und ging es während dieser Zeit auf 11 % zurück, so wurde es während der Ablagerung der Hauptsalzmasse auf 3 % und in der dann folgenden Zeit, in welcher sich noch von Kalksulfat ganz freies Steinsalz (etwa $^1/_{10}$ der Gesammtmasse) ausschied, sogar auf 1,6 % eingeschränkt. Hierzu bedarf es, wie leicht verständlich ist, ungeheuerer Zeiträume, und zwar um so grösserer, als ja währenddem auch stets enorme Süsswassermassen vollständig verdunstet werden müssen. Schon die Einengung des Volumens auf den vierten Theil wird zur nothwendigen Folge haben, dass alle Untiefen und seichten Meerestheile, z. B. die Adria, trocken gelegt werden und nicht einmal einen Kalksulfatabsatz erhalten; die an sich schon mannigfache Gliederung des Mittelmeeres wird also mit Andauer der Volumenreduction immer zunehmen, und ist es wohl möglich, dass die Steinsalzablagerung sich auf von einander getrennte Beckenvertiefungen beschränken würde; jedenfalls käme die Hauptmasse des Salzes nur in den grössten Eintiefungen des Bodens zur Ablagerung, in denen die dann noch verbleibende Mutterlauge sie bedecken würde. Eine wie grosse Mächtigkeit würde das daselbst abgelagerte Salz wohl erlangen können? Die Tiefe unter dem jetzigen Meeresspiegel für die grössten Eintiefungen des Mittelmeeres (zwischen Malta und der lybischen Küste) zu 2000 Faden oder 4000 Meter angesetzt, würde sich aus den über dem Boden stehenden Wassersäulen eine Mächtigkeit von 150 m für Anhydritfundament und Salzablagerung ergeben; da aber diesen Tiefenräumen auch noch das Salz aus dem ursprünglich die viel ausgedehnteren, seichteren Meeresteile erfüllenden Wasser zu Gute kommen müsste, so wird man die Schätzung auf 600—1000 m Mächtigkeit nicht übertrieben finden können. Bisher hat allerdings den Salzlagergeologen eine derartige Mächtigkeit, wie solche eben auch das Stassfurter Lager besitzt, als unmöglich aus einer einzigen Füllung seines Beckens mit Meerwasser hervorgegangen gedeucht, weil sie unbeachtet liessen, dass sich das ausgeschiedene Salz auf die grössten Tiefenräume concentriren muss.

Aus dieser Rücksicht wäre daher für das Stassfurter Lager eine der betrachteten entsprechende Bil-

dung nicht abzulehnen; dagegen muss das entschieden geschehen wegen der inneren Gliederung. Aus einer einmaligen Beckenfüllung abgesetzte Lager können nämlich wohl auch die drei Hauptglieder oder „Regionen" aufweisen (das Anhydritfundament, die Hauptmasse aus Steinsalz und die Decke von Mutterlaugen- oder Abraumsalzen), aber jedes der Glieder ist in sich einheitlich massig und nicht weiter in Schichten und Lagen getheilt; zu Stassfurt dagegen finden wir dünne Schichtung herrschend und die Hauptglieder durch Wechsellagerung innig mit einander verschränkt. Jeder der im Steinsalz auftretenden Anhydrit-„Jahresringe" erinnert an das Anhydritfundament; und da bei Beginn der Salzausscheidung im Wasser der Beckenfüllung gar nicht mehr genügend Kalksulfat (nur wenig mehr als ein Hundertstel-Theilchen der gleichzeitig mit ausfallenden Salzmasse) vorhanden ist, um eine einheitliche Schichtlage abzusetzen, kann man aus dem Auftreten der Jahresringe schliessen, dass da zur Beckenfüllung wieder kalksulfathaltiges Wasser, also vermutlich frisches Meerwasser hinzugekommen sein muss. Der Aufbau des Stassfurter Lagers ist eben ein Beleg dafür, dass es nicht in einem einzigen, einheitlichen Vorgange gebildet, sondern dass dieser unzählige Male unterbrochen und von Neuem begonnen wurde. Unterbrochen wurde der Vorgang aber durch Meerwasserzuflüsse, die das im Jahresringe abgelagerte Kalksulfat zuführten und den Beckenraum immer wieder auffüllten. Wegen der fortgesetzten Nachfüllungen konnte da in einer Lagune ein Salzlager mit einer ihrer vollen Tiefe nahe kommenden Mächtigkeit entstehen.

Ueber die Folgen der Meerwasserzuflüsse für die Ausbildung der Lager, im Falle sie ständig oder nur zeitweise stattfinden, sind die Meinungen getheilt. Betrachten wir daraufhin das einmal gewählte Beispiel des Mittelmeerbeckens mit seiner oceanischen Verbindung durch die Strasse von Gibraltar. Da waltet also ständiger Meerwasserzufluss ob. Würde nun dieser beharren, während der erwähnte Rückstrom salzreicheren Wassers sich verringert oder ganz verschwindet, so würde das Mittelmeerbecken dem Oceane im Laufe der Zeit eine ungeheure Masse von Salz entziehen. Der Fall müsste eintreten, wenn der Spiegel des Mittelmeeres wegen entweder gesteigerter Verdunstungsgrösse oder des Wegfalls von erheblichen Süsswasserzuflüssen bis unter das Niveau der Zutrittsschwelle für das Oceanwasser gesenkt würde, mithin auf dieses das Mittelmeerwasser keinen Seitendruck mehr auszuüben vermöchte. Das Mittelmeerbecken wäre da als ein abflussloser Binnensee zu betrachten, der ausser

Süsswasserzuflüssen auch einen Meerwasserstrom aufnimmt. Wie nun aber an den Mündungen der Süsswasserzuflüsse, so weit sich nur immer das leichtere Süsswasser an der Oberfläche über das Salzwasser hin verbreiten kann, jede Mineral-Ausscheidung und -Ablagerung aus letzterem hintangehalten ist, so lange als nur ein Tropfen süssen Wassers das mineralgesättigte Tiefenwasser vor Verdunstungsverlust schützt, und in Folge dessen die den Einmündungsstellen vorgelagerten Bodenstrecken des Beckens vom Ablagerungsvorgange ganz ausgeschlossen sind, so muss sich dies auch vor der Mündung des Meerwasserzuflusses ereignen, denn auch hier strömt ja schwache, von der Uebersättigung mit irgend einem der gelösten Bestandtheile noch weit entfernte Lauge ein, die erst auf ihrem Wege über die Oberfläche der Beckenfüllung hin durch die Verdunstung der Uebersättigung allmählich näher gebracht wird. So würde z. B. auf dem Wege von Gibraltar aus die Ausfällung von Kalksulfat vielleicht in der Höhe von Sardinien und diejenige von Salz erst bei Malta beginnen können, Der Unterschied des solchergestalt an der Einmündung des Meerwassers von Ablagerungen frei gehaltenen Beckenraums gegenüber den gleichen vor Flussmündungen wäre aber der, dass diese unmittelbar an Salzablagerungen angrenzen könnten, während jener vom Steinsalz durch eine Gürtelzone abgelagerten Kalksulfats getrennt würde. Wie gross die durch die Zuflüsse von Ablagerungen ausgeschlossenen Beckenräume sein möchten, hängt naturgemäss völlig von der Massenhaftigkeit jener ab; wenn z. B. Meerwasser so reichlich einströmt, dass es die ganze Oberfläche bedeckt, insoweit diese nicht von Flusswasser eingenommen wird, so wird damit jede Ablagerung im Becken verhindert und kann in dieser Weise der ganze Vorgang leicht seinen Abschluss finden. Ausscheidung und Ablagerung von Salz ist eben, um dies nochmals zu betonen, nur dort möglich, wo gesättigte Lauge der weiteren Concentrirung durch Verdunstung an der Oberfläche ausgesetzt ist, also in denjenigen Gegenden des Beckens, die von den Einmündungen süsser oder noch ungesättigter salziger Gewässer weit entlegen sind. Diese Abhängigkeit der Ablagerungsstellen von horizontalen Entfernungen wird nicht minder als wie die vertikale Gliederung des Beckenbodens die Vertheilung der Ausscheidungsproducte und die Gestalt der Ablagerungen beeinflussen. Eine die Unebenheiten des Bodens bis zur Ausbildung einer horizontalen Oberfläche ausgleichende Salzablagerung kann selbst bei überall gleicher Verdunstungsgrösse nur dort stattfinden, wo der ganze Vorgang niemals und nirgends

durch Zuflüsse von betrachteter Art gestört wird. Wo letztere vorkommen, werden dagegen die abgelagerten Massen nicht nur die Bodenvertiefungen aufsuchen, sondern sie müssen auch von selber Berge und Thäler bilden, die Bergesmassen dort, wo Ausscheidungen statthaben können, während die Thäler durch das Unterbleiben solcher auf den von ungesättigten Lösungen überdeckten Strecken entstehen und gewissermaassen im einheitlichen Salzlager „ausgespart“ werden. So würde z. B. im Mittelmeere in den Syrten, nicht deshalb, weil dort die grössten Tiefen liegen, sondern weil diese Beckentheile der Süsswasserzuflüsse entbehren und überdiess der Verdunstungsverlust daselbst am grössten sein wird, das Salz vorzugsweise zur Ablagerung kommen und bis zum Laugenspiegel emporwachsen können, während vor der Mündung der Flüssse und des Meerwasserstromes sich kein einziger Krystall ansetzt. Die ausgesparten Thäler liefern ebenso wie die vom ursprünglichem Bodenrelief bestimmten Eintiefungen die Stellen, in die sich später die Mutterlauge zurückzieht.

Wie soeben bereits angedeutet, muss aber auch die strichweis obwaltende Ungleichheit der Verdunstungsstärke Ungleichmässigkeiten in der Vertheilung der ausgeschiedenen Salze über den Beckenboden zur Folge haben, und zwar selbst in dem Falle, dass überall gesättigte Soole die Oberfläche bildete. Denn jeder austrocknende Luftstrom wird (bei gleichbleibender Geschwindigkeit, die selbstverständlich vorausgesetzt wird) nothwendig seine Verdunstungskraft ungemindert nur an den Uferstrecken ausüben, von denen aus er seinen Weg über den Beckenspiegel hin antritt, während deren Wirkungen sich von dort aus verringern. In gleichen Zeiträumen muss in jenen Gegenden mehr Wasser verdunstet, mithin auch mehr Salz ausgeschieden werden, als in den vom Luftstrome später betroffenen. Je nach der Verdunstungsstärke und der Dauer der austrocknenden Winde werden also die verschiedenen, nach deren Ursprungsgegenden belegenen Beckentheile mehr oder weniger erheblicher Eindunstung unterliegen und müssen die Verdunstungsverluste und Ausscheidungen sich insbesondere nach der Richtung hin beträchtlich massiger einstellen, von welcher aus warme, trockene Luftströmungen (Passate) lange Zeiten hindurch auf die Lagune zu treffen pflegen. Die regionalen Ungleichmässigkeiten in der Vertheilung der ausgeschiedenen Salze werden ferner wohl häufiger noch in ihren Contrasten gesteigert als wie gemindert durch die jenen trocknenden Winden entgegenwirkenden Einflüsse abkühlender und von atmosphärischen Niederschlägen begleiteter Luftströmungen.

In Anbetracht vorerwähnter Umstände wird man es nur als naturgemäss anerkennen, wenn in einer grossen Lagune (Meeresbecken) nicht ein einziges und einheitliches Salzlager mit ebener Oberfläche entsteht, und letztere wird man sogar gewöhnlich an den einzelnen Lagern vermissen, auf die sich je nach der Gliederung des Lagunenbodens und der Gegenwart seitlicher Zuflüsse die gesammte Salzmasse vertheilte.

Ein ständiger Meerwasserzufluss erklärt aber noch immer nicht die Wechsellagerung, die wir zu Stassfurt beobachten. Hierzu bedarf es eines periodischen Wechsels von Zeiten völliger Meeresabgeschlossenheit mit eintretenden Meerwassereinbrüchen. Während der ersteren kann in Strömungen nach Dichte und Sättigungsgrad ein horizontaler Ausgleich der Lagunenlauge im ganzen Beckeninnern erfolgen, sodass auch vor die Einbruchsstellen von Meerwasser gesättigte Lösung vordrängen und bei erreichter Uebersättigung Salz daselbst ablagern kann. Auch auf die Ausdehnung der den Mündungen von Süsswasserzuflüssen vorliegenden Räume hintangehaltener Salzablagerung werden die Perioden ihren Einfluss ausüben, in denen die Verdunstung nicht auch noch frisch hinzugekommene Meerwassermassen einzudampfen hat. Währenddem walten also die Verhältnisse ob, wie sie zuerst betrachtet wurden. Erfolgt aber darauf ein Meerwassereinbruch, der die durch die Verdunstung eingeschrumpfte Beckenfüllung wieder mehr oder weniger ergänzt, so werden zeitweilig die Verhältnisse in diejenigen der danach betrachteten Art umschlagen. War da die Salzablagerung im Becken schon im Gange, so wurde sie jäh abgebrochen, insoweit neu eingedrungenes Oceanwasser die Oberfläche einnahm, und in Anbetracht der vorangegangenen Einschrumpfung der Beckenfüllung wird bei nicht allzugrossen Becken oder Lagunen wohl die ganze Oberfläche von ihm bedeckt worden sein. Hierbei kann auf Untiefen und längs des Strandes eine Wiederauflösung oder eine mechanische Wegschwemmung von schon abgelagerten Salzen stattfinden, während die Ablagerungen der Tiefe durch die darüber stehende concentrirte Lauge davor geschützt bleiben. Das eingedrungene Meerwasser erlangt danach selbst, zunächst schnell wegen der oberflächlichlichen Mischung durch Strombewegung und Wellenschlag mit der Lagunenlauge, später aber langsam durch die herrschende Verdunstung, grösseren Salzgehalt, und es kann der abgebrochene Ablagerungsvorgang nun wieder beginnen, aber nicht an der Unterbrechungsstelle, d. h. bei der schon stattgehabten Steinsalzablagerung, sondern ganz von Anfang an mit der

Abscheidung des vom frisch hinzugekommenen Meerwasser mitgebrachten Kalksulfats. Es entsteht ein zu Stassfurt als „Jahresring" bezeichneter Niederschlag von Anhydrit in einer Mächtigkeit, die der Masse jenes Meereswassers entspricht.

Wie erklären sich aber die oben beschriebenen Eigenheiten des „Jahresrings", seine Rauheit nach unten und seine ebene, glatte Oberfläche? Jene erscheint dadurch bedingt, dass die beim jähen Abbruche der Salzablagerung niedergeschlagenen Steinsalzkrystalle noch nicht genügend lange Ruhe unter Druck genossen hatten, um sich dicht aneinander zu schliessen, sodass nun das beim Wiederbeginn der Ablagerung ausgeschiedene Kalksulfat zwischen sie eingreifen kann. Dagegen ist die glatte Oberfläche durch eine Schwäche- oder Ruheperiode in der Ausscheidung gegeben. Nach Usiglio verfestigt sich nämlich die Hauptmenge des vorhandenen Kalksulfates, 64,2 % oder 1,122 g von den 1,7488 g, die in 1 l Meereswasser enthalten sind, bei Verdichtung des letzteren von 1,1067 auf 1,1653 spec. Gewicht, während bei der weitergehenden Verdichtung bis zur Sättigung mit Salz, also bis 1,208 spec. Gewicht, nur noch 19,6 % ausgefällt werden, die gewissermaassen zum Porenschlusse der bis dahin gediehenen Ablagerung dienen; die Verdichtung von 1,1653 auf 1,2080 ist aber mit einer Volumenreduction um 23 % verbunden, die, weil nur durch die Oberflächenverdunstung herbeigeführt, wahrscheinlich einen viel längeren Zeitraum beanspruchen wird, als die durch die Mischnng mit concentrirter Lagunenlauge beschleunigte Verdichtung des neu eingedrungenen Meerwassers von 1,027 auf 1,1067—1,1653 spec. Gewicht.

Dann beginnt wiederum die Salzabscheidung, die so lange ungestört andauert, bis sie durch einen erneuten Meerwasserzufluss abgebrochen wird, dessen Wiederkehr zu Stassfurt vom Wechsel der Jahreszeiten (Passate) abhängig gewesen zu sein scheint, wofür wenigstens die Gleichmässigkeit der Wechsellagerung spricht. Jede Schwankung in dem Zusammenwirken vorgenannter Umstände musste ja, wie dies hier nicht weiter ausgeführt werden kann, jene beeinträchtigen und in der Schichtenausbildung Zeugniss hinterlassen.

Die im Verdunstungsbecken concentrirte Lauge aber, die, wie weiterhin begründet, nicht wieder theilweise in den Ocean zurückzufliessen vermochte, nahm mit der Zeit vermuthlich einen wesentlich anderen Bestand an, d. h. zeigte die von ihr gelösten Salze in anderem Mengenverhältnisse, als die bei der Eindunstung einer einmaligen Meerwasserfüllung des Beckens (oder „Salzbeetes") zu-

rückbleibende. Denn da die Salzablagerung stets wieder bald abgebrochen wurde und zunächst bis zur Laugendichte von 1,2285, immer nur möglichst reines Steinsalz, mit mindestens 98 % Natriumchlorid zur Ablagerung kam, beeinflussten die in Lösung verbleibenden Magnesium- und Kaliumverbindungen das immer von neuem hinzugekommene Meerwasser durch ihre absolute und noch mehr durch ihre relative Menge. Dem ist es zweifellos zuzuschreiben, dass, nachdem die Jahresringe unzählige Male von Anhydrit gebildet worden waren, später an dessen Stelle Polyhalit ($2 CaSO_4 + MgSO_4 + K_2SO_4 + 2 H_2O$) auftritt, der naturgemäss auch ein entsprechend grösseres Volumen beansprucht.

Da der Ablagerungsvorgang bei Eintritt eines Meerwasserzuflusses zunächst in der Nähe von dessen Einmündungsstelle abgebrochen wird, der Zufluss selbst auch zumeist kein im Augenblick vorübergehendes Ereigniss darstellt und, etwa in Abhängigkeit von Passatwinden, sogar längere Zeit andauern kann, so wird auch bei nur zeitweiliger Speisung des Ablagerungsbeckens mit Meerwasser die der Einmündung vorliegende Strecke nicht so reichlich mit Salzablagerungen ausgestattet, wie die von jener entlegeneren, mithin daselbst ebenfalls eine Eintiefung ausgespart, die allerdings von Salz nicht ganz freibleibt, wie bei der ständigen Speisung, dessen Salzlagen aber immerhin geringere Mächtigkeit besitzen; es entsteht also auch in diesem Falle, ganz abgesehen von den durch einmündende Süsswasserzuflüsse vor Salzablagerungen ganz bewahrten Bodenstrecken, kein das Becken ausfüllender ebener Salzspiegel.

Den Beckenabschluss gegen den Ocean muss in solchen Fällen eine Bodenschwelle bilden, die, bis zum mittleren Meeresspiegel gehoben, dem Oceanwasser den Zutritt zur „Lagune“ nur dann gestattet, wenn sein Wasserstand durch Stürme oder Passatwinde daselbst erhöht wird. Zu gleicher Zeit wird aber der Spiegel der flüssigen Lagunenfüllung daselbst sehr gesenkt sein, weniger der Windrichtung halber, als wegen des vorausgegangenen grossen Verdunstungsverlustes während der Dauer der Absperrung und Mineralausscheidung, und bietet sich mithin dem Oceanwasser ein weiter Raum, in den es hinabfliessen kann und der grosse Mengen desselben aufzunehmen vermag, ehe der Wasserspiegel beiderseits der Schwelle ausgeglichen ist. Ein Rückfluss salzreicherer Lauge aus der Lagune in den Ocean wird dabei, wie schon angedeutet, schwerlich eintreten. Denn wenn auch nach erfolgter Beckenfüllung ein vollständiger Umschlag der Windrichtung eintreten sollte, würden doch nur Theile

der soeben erst eingeströmten Oceanwassermenge wieder hinausgedrängt werden.

Dem so häufig wiederholten Andrange und Ansturme der Oceanwogen kann aber eine Barre oder schmale Bodenschwelle schwerlich auf lange Dauer Stand halten, falls nicht die Hebung, die sie bis zum Meeresspiegel emporgefördert, andauert und jene hierbei an Höhe und Breite allmählich gewinnt. Wird jedoch die Schwelle zerstört und die Verbindung der Lagune mit dem Ocean wieder auf die jetzt beim Mittelmeere herrschenden Verhältnisse zurückgeführt, so verhilft die letzte Vermischung von Oceanwasser mit Lagunenlauge noch einer Anhydritschicht zum Absatze, die eine Schutzdecke für das im Uebrigen auch durch die in Ruhe verbleibenden, concentrirten Tiefenwasserschichten gegen Weglaugung bewahrte, abgelagerte Salz bildet; in den oberen Becken-Regionen aber, bis hinab zur Tiefe der Verbindungspforte, tritt ein steter Ausgleich des Salzgehaltes mit dem Ocean ein; die oceanische Salzablagerung bleibt in diesem Falle „unvollständig". Wird dagegen die Schwelle höher und breiter, wird also den Oceanwogen der Zutritt zur Lagune ganz verwehrt, so tritt der Vorgang der Salzlagerbildung in seine letzten Phasen und Wandlungen ein, die wir nun an unseren norddeutschen Salzlagern betrachten wollen, nachdem das bislang bevorzugte Beispiel einer angenommenen Salzablagerung im Mittelmeer verschiedene Grundbegriffe besser verdeutlicht haben dürfte, als ein aus den ältesten geologischen Perioden entnommenes.

Wie oben schon erwähnt wurde, sind die wichtigsten unter unseren Salzlagern zu Ausgang der „paläozoischen Aera", also des geologischen Alterthums entstanden, nämlich in der Zechsteinperiode, die eine Zeit verhältnissmässiger Ruhe umfasst im Gegensatze zu der vorangegangenen, in welcher der jetzt von unserem Lande eingenommene Theil der Erdoberfläche der Schauplatz einer langandauernden, lebhaften vulcanischen Thätigkeit gewesen war. Vom rheinischen Schiefergebirge an nach Osten wurde der nördliche Fuss des während der Carbonzeit entstandenen, sogenannten „variscischen" Gebirgsbogens bis zum Riesengebirge hin bespült von einem Meerestheile, dessen Verhältnisse denen des jetzigen Schwarzen Meeres geglichen zu haben scheinen, indem eine durch schweflige Gase vergiftete Tiefenregion von Wasserschichten überdeckt wurde, in denen noch organisches Leben möglich war; die in jenen Tiefen entstandenen dünnschichtigen Ablagerungen stellen die an Verbindungen von Schwefel mit Metallen reichen, bituminösen „Kupferschiefer" von Mansfeld, Eisleben, Richelsdorf u. a. O.

dar. Auf dieselben lagerten sich in der Folge noch Kalksteinschichten ab, nämlich der 10—15 m Mächtigkeit erreichende eigentliche „Zechstein“ und darüber etwas dolomitische Rauchwacke und äusserst dünnschichtige bituminöse Schiefer („Stinkschiefer“). Dann aber wurde das Meeresbecken zur Lagune oder Salzablagerungspfanne. Welche Gestalt und Umgrenzung es damals besessen habe, darüber lassen sich nur Vermuthungen äussern. Am ehesten vermögen wir seine Südgrenze ungefähr zu bestimmen als gegeben durch Thüringer Wald, sächsisches Mittel- und oberlausitzer Gebirge; da sie von dem oben genannten, noch verhältnissmässig jungen Gebirgsbogen vorgezeichnet war, lässt sich annehmen, dass das Becken von dieser Seite vielleicht zahlreiche, aber keine grossen Süsswasserzuflüsse erhielt. Ueber die Erstreckung der Lagune nach den anderen Himmelsrichtungen aber ist nur auf Grund des Auftretens gleichalteriger Salzablagerungen zu urtheilen, die westwärts in dichter Schaarung bis zum „Steinhuder Meere“ zu verfolgen sind, während nach Norden und Osten die vereinzelten Vorkommen von Segeberg in Holstein (und Lübtheen in Mecklenburg) und Inowrazlaw mit Exin in Posen (mit Sperenberg und Rüdersdorf bei Berlin als Vermittlungsgliedern) die Ausdehnung bestimmen. Wenn wir demnach dem Salzablagerungsbecken unserer Zechsteinsalze eine recht ansehnliche Grösse zuschreiben müssen, bleibt diese ersichtlich doch weit zurück hinter der des zuvor beispielsweise betrachteten Mittelmeeres, deren zehntem Theile jene etwa nahekommen mochte. Wie die Linie, so ist natürlicher Weise auch die Art der Begrenzung des Beckens nach den letztgenannten Richtungen hin fraglich; wahrscheinlich wurde sie im Osten und Nordosten durch einen Continent gegeben, von dem aus mächtige Süsswasserflüsse Zutritt gehabt und die Salzablagerung im nächstgelegenen Beckentheile auf vereinzelte Stellen beschränkt haben können. Dagegen ist ganz unsicher, welcher Art die Begrenzung nach Norden und Westen war; eine von den Meeresströmungen selbst, wie die „Nehrungen“, aufgebaute Barre würde den für den raschen Fortgang der Salzlagerbildung vortheilhaften Umstand der Freiheit von beträchtlichen Süsswasserläufen geboten haben; dieselbe Wirkung erzielt aber auch schon ein Streifen seichten Meeres, der von einer Reihe niedriger Inseln oder Dünen gekrönt wird und dem Oceanwasser eine oder mehrere untiefe Zugangsrinnen zur Lagune offen lässt. In welchem Maasse letztere durch Inseln und Halbinseln, ähnlich dem Mittelmeere gegliedert gewesen sei, wissen wir ebenfalls nicht; wahrscheinlich geschah solches aber wenigstens in der

Weise, dass das Harzgebirge als Insel eine im Westen durch das rheinische Schiefergebirge abgeschlossene Thüringsche Bucht von dem nördlicheren Hauptbecken absonderte, die von dem in sie halbinselförmig hineinragenden Nordwestende des Thüringer Waldes nochmals getheilt wurde.

Wir dürfen nun vermuthen, dass zu Beginn der mittleren Zechsteinperiode der Austausch von Oceanwasser und Beckenfüllung verhindert und deren Verbindung zunächst dermaassen beengt wurde, dass nur noch Oceanwasser einzuströmen vermochte; das konnte erzielt sein dadurch, dass bei angewachsener Verdunstungsstärke der Beckenspiegel unter das Niveau der schon vorher vorhandenen Trennungsschwelle gesenkt wurde, aber in Anbetracht der späteren Ereignisse ist die Annahme einfacher, dass jene Schwelle damals erst durch gebirgsbildende Kräfte geschaffen worden sei, bei ihrer andauernden, ganz allmählichen Hebung zunächst den Wasseraustausch zwischen Ocean und Lagune erschwerte, bald darauf auch dem Oceanwasser nur noch zeitweilig Durchlass gewährte und ihm solchen schliesslich ganz abschnitt. Gleich das erste Stadium, das der Behinderung des Wasseraustausches, musste für die Lagune das Aufhören ziemlich jeden Ausflusses bedeuten, denn einem schwereren Unterstrome werden seichte Canäle von wahrscheinlich zugleich beträchtlicher Länge grössere Hemmnisse bieten, als den oceanischen Oberflächenwogen, die aber selbst auch nicht jederzeit durchgelassen werden, sondern durch Gegenwind aufgehalten werden können. Die Dauer der Unterbrechungen im Meerwasserzufluss mag aber anfänglich im Ganzen und Allgemeinen ganz unbeträchtlich gewesen sein, sodass trotz der periodischen Wechsel die im Becken abgelagerten Gebilde eine Massenvertheilung erhielten, ähnlich der bei ständigem Meerwasserzuflusse resultirenden. Die Berechtigung zu dieser Annahme ist aus dem Unterschiede abgeleitet, den die Ablagerungen der mittleren Zechsteinperiode je nach ihrer Entlegenheit von den im Norden oder Nordwesten vorausgesetzten Einmündungspunkten des die Lagune speisenden Oceanwassers zeigen: dieselben nehmen südwärts an Mächtigkeit ungemein zu; so ist der Anhydritsockel zu Aschersleben mit 30,5 m, zu Eisleben mit 55 m und zu Gräfenau bei Stadtilm mit 83 m Mächtigkeit gefunden worden. Dort aber, wo Süsswasser in das Becken einströmte, blieb der Boden auch von Anhydritniederschlägen frei, und nur in den je nach der Höhenlage des Lagunenspiegels abwechselnd von Süsswasser und Beckenlauge eingenommenen Randgürteln der solchergestalt ausge-

sparten Räume setzte sich der Anhydrit in Wechsellagerung mit dem Flussschlamm ab. Die gekennzeichneten Umstände haben ihren Einfluss damals auch noch geltend gemacht, als die Concentration der Lagunenfüllung bis zur Salzausscheidung fortgeschritten war, denn während die Salzablagerung bei Aschersleben nur 8 m Mächtigkeit erlangte (von weiter nördlich gelegenen Punkten ist nichts hierüber bekannt), erreichte sie in Thüringen fast 100 m. So darf man denn wohl sagen, dass das Wachsthum der Salzlager vom Hintergrunde ihrer Abdunstungspfanne aus nach dem Eintrittspunkte des Oceanwassers zu fortschritt.

Während am Fusse des Thüringer Waldes die oceanische Salzablagerung bald ihr Ende fand und dem Festlandszustande mit binnenseeischen, „lacustrischen“ Bildungen Platz machte, trat für das übrige und Hauptgebiet des Beckens zu Ende der mittleren Zechsteinperiode ersichtlich ein Rückschlag der Verhältnisse in die vor Beginn der Ablagerung des älteren Anhydritfundamentes herrschenden ein, vermuthlich durch eine zeitweilig verbesserte oder vollkommene Verbindung mit dem Ocean verursacht, und es entstanden eine Zeit lang auf dem Boden des Beckens nur dolomitische und bituminös merglige Gesteine von ähnlicher Art, wie vor der Anhydritablagerung. Erst darnach begann für den nördlich des Harzes gelegenen Beckentheil die Periode, welche die Hauptsalzlager lieferte und in der auch das grosse Stassfurter Lager entstand; wie dessen Mächtigkeit bezeugt, muss sie sehr lange angedauert haben.

Die gebirgsbildenden Kräfte aber, deren allmählicher, für menschliches Gefühl unmerkbarer Thätigkeit die Emporhebung der vom Ocean absperrenden Bodenschwelle oder Barre zuzuschreiben war, steigerten deren Höhe und Breite eben nach und nach dermaassen, dass schliesslich dem Oceanwasser der Zutritt zur Lagune völlig gesperrt wurde und die damals vorhandene Beckenfüllung isolirt zurückblieb. Es geschah das, wie schon angedeutet, nachdem die Lagunenlauge bereits so weit mit Magnesium- und Kaliumverbindungen angereichert war, dass an Stelle des Anhydrits der Polyhalit die Jahresringe bildete (also die „Polyhalit-Region“ entstanden war). Für die zurückgebliebene Lagunenfüllung trat nun bei der weiteren Verdunstung, die, da sie nun keine Nachfüllungen von Oceanwasser mehr zu bewältigen hatte, um so intensiver auf jene, sowie auf alle Süsswasserzuflüsse einwirken und letztere zum Versiegen bringen konnte, eine ungestörte Concentrations- und Uebersättigungsperiode ein, deren Erzeugnisse die „Kieserit-“ und die „Carnallit-Region“ mit der Salzthondecke darstellen.

Die Beobachtungen in „Salzgärten“ lehren, dass nach der Ausscheidung der Hauptmasse des Salzes von oben angegebenem Bestande eine Mutterlauge zurückbleibt, die bei 1,333 Dichte (35° B.) folgendes Mengungsverhältniss der in ihr gelösten Salze zeigt: 30,56 % Natriumchlorid, 21,89 % Magnesiumsulfat, 37,35 % Magnesiumchlorid, 3,89 Natriumbromid und 6,30 Kaliumchlorid. Da walten also die Magnesiumverbindungen an Menge bedeutend vor. Aus der Lauge stellte man fabrikmässig zunächst durch Abkältung Glaubersalz und darnach durch bei Erhitzung fortgesetzter Concentration Kochsalz und eine carnallithaltige Magnesiumchloridlauge her; lässt man dagegen die „freiwillige“ Verdunstung an der Atmosphäre andauern, so setzt sich zunächst unreines Steinsalz ab und dann bei der Nachtkühle Kalimagnesiumsulfat. Die völlige Verfestigung („Gestehung“) der Lauge gelingt aber nur bei Zuhilfenahme von künstlicher Verdampfung unter Erhitzung.

Letztere kann der Theoretiker begreiflicher Weise nicht für die natürliche Salzlagerbildung zur Erklärung heranziehen, und ist ferner für die in paläozoischen oder mesozoischen Zeiten entstandenen Lager die Berücksichtigung von Temperaturschwankungen nach Tages- und Jahreszeiten unstatthaft, da dieselben damals schwerlich wirksame Grössen erreicht haben. Ein weiterer Unterschied von der künstlichen Seesalzgewinnung ist der, dass die Mutterlauge eines nach Stassfurter Art entstandenen Salzlagers am Kali- und Magnesiagehalte bereits Verluste durch die Polyhalitbildung erlitten hat.

Der intensiven Verdunstung an der Atmosphäre allein muss also die natürliche Ablagerung fester Salze aus der Mutterlauge, die sich allmählich in die oberflächlichen Vertiefungen der Steinsalzmasse oder des Abdunstungsbeckens zurückzog, zugerechnet werden. Solches Kraftstück ist an sich nicht verwunderlich, wenn man die lange Zeitdauer berücksichtigt, welche die Natur darauf verwenden kann, während der industrielle Mensch wegen seiner Kurzlebigkeit und aus Wirtschaftlichkeit die Geduld dabei verlieren muss und zum Beschleunigungsmittel der künstlichen Erwärmung oder der Luftdruckverminderung greift. Doch bewahren die Lager immerhin noch einige Eigenthümlichkeiten, die aus den Erfahrungen der Kalifabrication allein schwierig zu erklären sind. Schon die gewöhnliche Scheidung der abgelagerten Salze in stoffeinige, schichtenähnliche Körper, während in den Fabriken unter ähnlichen Bedingungen Gemenge derselben entstehen, fällt auf, ist aber wohl den Einflüssen zuzuschreiben, die einerseits die Zeitdauer des Vor-

ganges, andererseits die Massenhaftigkeit der gleichartigen Ausscheidungen ausüben. Ferner ist zu vermuthen, dass das Auftreten von fast wasserfreiem Magnesiumsulfat („Kieserit“) anstatt des in unsern Salzgärten anschiessenden Bittersalzes von dem Reichthum der Lauge an Magnesiumchlorid gegeben wurde, also vom Mengungsverhältnisse der Laugebestandtheile abhänge. Grössere Schwierigkeit bietet dagegen die Erscheinung der Wechsellagerung der verschiedenartigen Schichten von Steinsalz, Kieserit und Carnallit, von denen letzterer allerdings vorzugsweise auf den obersten Horizont („Carnallit-Region“) beschränkt ist. Dieselbe ist offenbar nicht etwa aus dem wiederholten Eintritt von Laugeverdünnungen durch atmosphärische Niederschläge zu erklären, sondern weist auf eigenthümliche Umstände hin, die bei näherer Erwägung durchaus naturgemäss erscheinen. Bei dem Rückzuge der Mutterlauge in die Vertiefungen der Salzlager-Oberfläche wird sämmtliche Lauge sicherlich nicht sogleich die tiefste derselben aufgesucht haben, sondern es müssen Theile derselben als Lachen und Pfützen auch in denjenigen Einkehlungen stehen geblieben sein, die sich in höherem Niveau befanden. Man denke nur an die Pfützentreppen eines Abhangs oder die Becken einer künstlichen Cascade. Wenn nun, nachdem die Salzausscheidung in den unterschiedlichen Gehängebecken ihren Fortgang genommen hatte und je nach der Grösse der Beckenfüllung mehr oder minder weit geschritten war, atmosphärische Niederschläge die höher belegenen Becken zum Ueberfliessen brachten, wurde aus diesen den tiefer gelegenen Mutterlaugetümpeln solchergestalt neues Salzmaterial zugeführt, und es konnte ein Rückschlag in der regelmässigen Ausscheidungs- und Ablagerungsfolge eintreten. So musste nach und nach den grössten Eintiefungen der Laugesammelgebiete auf der Salzlageroberfläche die Hauptmasse der Mutterlaugensalze und zwar von diesen wiederum der am leichtesten löslichen zugeführt werden.

Da aber die atmosphärischen Niederschlagswasser die ganze nackte Oberfläche des Salzlagers benetzten und hierbei die an ihr angetroffenen Salze lösen mussten, erfuhren letztere zum Theil eine secundäre Umlagerung, d. h. sie wurden, nachdem sie bereits fest geworden und zur Ablagerung gelangt waren, wiederum in Lösung verfrachtet, um am Sammelpunkt der Lauge abgesetzt zu werden. So erklärt sich auch das Auftauchen von etwas Kalksulfat zwischen den Mutterlaugesalzen. Die wiederholt von den höher gelegenen Mutterlaugetümpeln den tiefsten Sammelbecken zurieselnden Laugenstränge vermochten da wahrscheinlich auch bereits zu erodiren und

ein Netz für Wasserläufe vorzuzeichnen und anzulegen, das unter der späteren Alleinherrschaft secundärer Umlagerungsvorgänge zu grosser Bedeutung gelangen konnte.

Zunächst war aber, dem Befunde zufolge, die primäre Verfestigung und Ablagerung der Salze noch in der Vorherrschaft, und werden in den Ablagerungen zwei „Regionen" unterschieden, nämlich die „Kieserit-Region", die zu Stassfurt aus etwa 65 % Steinsalz, 17 % Kieserit und 13 % Carnallit besteht und darüber die „Carnallit-Region" mit gegen 25 % Steinsalz, 16 % Kieserit und 55 % Carnallit.

In den abgelagerten Salzen gelang es jedoch ersichtlich nicht, sämmtliches vorhandene Magnesiumchlorid zu fesseln, und selbst wenn die Verdunstung vermocht hätte, es als sechsfach gewässertes Salz zu verfestigen, so ist letzeres doch dermaassen zerfliesslich, dass es nicht auf die Dauer bestehen konnte; viel eher ist anzunehmen, dass es als Endlauge, verunreinigt durch einige untergeordnete Stoffe, wie Brom- und Jodverbindungen, übrig blieb und schliesslich mechanisch gebunden wurde von der sich über dem Salze ablagernden Staubdecke, aus der in Verbindung mit den von ihr aufgesogenen Salzen der sogenannte Salzthon oder Salzmergel hervorging.

Woher kam aber jener Staub, der die letzten Salze band und im Salzthon das Schlussglied der primären Salzablagerung darstellt? Sein Auftreten erscheint durchaus nicht wunderbar, wenn man erwägt, welchen Charakter das Klima des Salzablagerungsbeckens und dessen Umgebung während der Salzablagerung angenommen haben musste. Die Stärke der Verdunstung war von Anfang an dadurch bestimmt, dass sie sowohl die Meerwasserzuflüsse als auch diejenigen von Süsswasser neben den atmosphärischen Niederschlägen zu überwältigen vermochte. Als nun die Meerwasserzuflüsse aufhörten, bethätigte jene die bislang zu deren Vernichtung verbrauchte Kraft in um so gewaltigerer Aufsaugung der Süsswasserzuflüsse, machte diese versiegen und hierdurch zugleich die Randgebiete zu vegetationsleeren, ausgedorrten Wüsten, in denen die Winde Staubwolken aufwirbelten und wo die atmosphärischen Niederschläge zu jähen Platzregen wurden mit bedeutender Erosionskraft der von ihnen erzeugten Rieselgewässer und Wildbäche. Den Wüstencharakter erlangte das Klima jedoch naturgemäss nur ganz allmählich. Wenn man dies alles überlegt, wird man sich vielleicht eher darüber verwundern, dass sich in den obersten Horizonten der Salzlager Staub nicht häufiger und massiger, als dies der Fall ist, eingereiht vorfindet, der vielmehr typisch erst als Schlussglied auftritt. Das ist

nun wohl dahin zu erklären, dass einerseits die Staubentwickelung Anfangs noch nicht bedeutend war, sondern erst allmählich überhand nahm, andererseits dass der zugeführte Staub wegen seiner Leichtigkeit in die 1,40—1,45 spec. Gew. (40—45° B.) besitzende Mutterlauge nicht sofort einzutauchen und in ihr zu Boden zu sinken vermochte, sondern eine lockere und poröse, dem Torfmoose über Moorgewässern vergleichbare Decke bildete, die wohl durch Aufsaugung der leichtesten Flüssigkeitstheilchen aus der unterlagernden Mutterlauge Zusammenhalt gewann, durch die hierbei eintretende Entziehung von Flüssigkeit aber auch Mutterlaugensalze zur Erstarrung veranlasste. Die reichliche Antheilnahme von Thonpartikelchen verschaffte dabei der Decke nach ihrer Durchfeuchtung eine genügend grosse Zähigkeit, dass wir ihre Erhaltung als zusammenhängende Schicht annehmen dürfen auch in dem Falle, dass sie sich über noch flüssige Mutterlaugenpartieen erstreckte. Deshalb bedarf es auch für die oben erwähnten secundären, wechselseitigen Umsetzungen von Salzen (insbesondere von Carnallit mit Kieserit in Kainit und Tachhydrit) bei in geneigte Lage gebrachten Ablagerungen noch gar nicht der Voraussetzung, dass das hierbei thätige Wasser von aussen hinzugekommen sei, da es noch von der Bildungszeit her zurückgeblieben sein kann.

Nachdem die oceanische Salzablagerung in dieser Gestalt ihr Ende gefunden hatte, hätte der Ocean von dem ihm entzogenen Beckengebiete wieder Besitz ergreifen können, ohne dass die von einer genügend dichten Salzthondecke geschützten Salzlager (abgesehen von mechanischen Anritzungen) in Gefahr der Wiederauflösung gekommen wären. Dieser Fall ist aber entschieden nicht eingetreten, sondern die bislang wohl nirgends vermisste Bedeckung der primären Ablagerungen durch ähnliche secundäre Gebiete bezeugt die noch lange Andauer des abflusslosen Zustandes. Die Oberfläche dss Ablagerungsbeckens müssen wir uns also weder ganz eben noch überall aus Salz bestehend vorstellen, die Höhen wird man sich vielmehr von Gips und Anhydrit bedeckt denken müssen und die zahlreichen Vertiefungen des die Hauptmasse der Beckenfüllung ausmachenden Steinsalzes von Mutterlaugensalz-Ablagerungen, die an Mächtigkeit und Ausdehnung um so bedeutender waren, je tiefer ihr Niveau lag. Die Salzthondecke wird wahrscheinlich viele und grosse Lücken gezeigt haben, denn allen äolischen Gebilden, wie Löss, Gehängelehm, Wüsten- und Steppensand, ist eine von Windrichtung und Oberflächenform abhängige ungleichmässige Vertheilung eigen und in diesem Falle

bedurfte es zur dauernden Haftung des Staubes auch noch einer aus der Unterlage zu entnehmenden Feuchtigkeit; glatte, geneigte Salzabhänge werden den Staub nicht haben fesseln können, der sich dafür um so reichlicher in den Eintiefungen ansammelte.

In solchem Gebiete niedergeschlagenes atmosphärisches Wasser nahm nothwendig sogleich Mineralstoffe in sich auf. In den Boden einzusickern war ihm nur dort möglich, wo es auf Salzthon oder Staub auftraf, denn im Uebrigen fehlte eine durchlässige Bodenkrume. Von allen geneigten Strecken floss es also oberflächlich ab, und da es auf Salz aufgetroffen ebenfalls auf Salz weiterfloss, wurde es in kurzer Zeit zu mehr oder weniger gesättigter Soole, wozu die grosse Verdunstungsstärke mithalf. Die Länge der hierzu nöthigen Zeit war aber abhängig von dem Löslichkeitsgrade des angetroffenen Salzes. Die so entstandenen Soolen lagerten natürlicher Weise bei ihrer Verdunstung das Salz auch wieder ab, jedoch eben an anderer Stelle, als wo sie es weggelangt hatten, und so entstanden secundäre Salzablagerungen, die sogenannten „jüngeren“ Salze, die wegen der ganz verschiedenen Umstände abweichende Tektonik und andern Bestand besitzen als die oben betrachteten, aus schwachsalzigen Binnengewässern hervorgegangenen.

Die Umlagerung der Salze hatte, wie wir oben sahen, eigentlich schon während des Absatzes der Mutterlaugensalze begonnen, damals geschah sie aber nur zufällig, beiläufig und neben der primären in untergeordnetem Betrage. Jetzt aber, wo die primäre beendet ist und sie allein herrscht, prägt sie naturgemäss den Ablagerungsproducten auch ihren Stempel auf.

Die Umlagerung der Salze erfolgte dabei zwar hauptsächlich in Gestalt von wässerigen Lösungen, doch ist der mechanische Transport durch Wildwasser und Sturzbäche nicht ausgeschlossen; diesem werden insbesondere die schwer- und unlöslichen Materialien verfallen sein, der Salzthon als Schlamm, der Anhydrit in Schollen. So ist es wohl möglich, dass die im Felde von „Neustassfurt“ das jüngere Steinsalz unterlagernde Anhydritschicht, die eine dünenförmig gewellte Oberfläche besitzen soll, ein mechanisches Erzeugniss eines Orcans oder sonstiger atmosphärischer Paroxysmen ist. Für solche, mechanisch umgelagerte Massen eine Regelmässigkeit der Einlagerung ermitteln zu wollen, wäre eitles Beginnen. Das kann vielmehr nur für die in Lösung transportirten Salze versucht werden. In Anbetracht der Mannigfaltigkeit der Umstände, die hierbei ihren Einfluss geltend machen können, als da sind die Oberflächenformen, die Massen-

vertheilung der verschiedenartigen Salze, die Entwicklung eines erodirten Netzes von Wildwasserläufen und die atmosphärischen Ereignisse, wird man aber auch bei diesem Versuche die Anforderungen an ausschliessliche Geltung der ermittelten Gesetzmässigkeiten nicht zu hoch stellen dürfen.

Bei der Umlagerung werden die zuerst gelösten Salze unter dem Einflusse der starken Verdunstung auch am ehesten wieder zur Ablagerung gelangen. Die Reihenfolge, in der die primär abgelagerten Salze zur Lösung gelangen, musste nun abhängen von der Grösse ihrer Flächenerstreckung an der Oberfläche, von ihrer Höhenlage über dem Niveau der neuen Ablagerungsstätten (denn die unterhalb derselben befindlichen Salze konnten ja nicht Gefahr laufen, gelöst zu werden) und von dem Grade ihrer Löslichkeit in Wasser und Salzlauge. Die Ablagerungsstätten sind naturgemäss vorzugsweise die abflusslosen Eintiefungen, die zumeist schon vorher von der Mutterlauge des oceanischen Lagers aufgesucht worden waren; doch konnten immerhin auch einige von Salzablagerungen bisher ausgeschlossene Kessel jetzt bedacht werden, nämlich vor den Mündungen ehemaliger Süsswasserflüsse ausgesparte Räume oder Senkungen im Strandgebiete, die von den nimmer ruhenden, gebirgsbildenden, die Grenzen von Wasser und Land verschiebenden Kräften eben erst in ihre Tiefenlage gebracht worden waren. Was aber die Löslichkeit betrifft, so nimmt dieselbe bei den Gliedern des primären Lagers von oben nach unten ab, die Mutterlaugensalze sind die am leichtesten löslichen Verbindungen, der Anhydrit die am schwersten lösliche. Deshalb wird sich das atmosphärisch niedergeschlagene Wasser vorzugsweise mit jenen sättigen, soweit sie ihm zugänglich und erreichbar sind, und so konnte es geschehen, dass sich aus den in einer Eintiefung, die bereits ein Lager oceanischer Mutterlaugensalze enthielt, sammelnden neuen Laugen zunächst wiederum Mutterlaugensalze abschieden. Dieser Fall ist anscheinend bei dem von der Gewerkschaft Hercynia zu Vienenburg abgebauten Vorkommen eingetreten, wo das vermuthlich primäre, kieserithaltige Carnallitlager zunächst von Salzthon, der Schollen von Anhydrit und Salz enthält, und dann von einer mächtigen Schichtmasse Sylvinits und kieseritfreien, weissen Carnallits überlagert wird.

Es wäre aber eine naturwidrige Annahme, dass zunächst ausschliesslich die leicht löslichen Mutterlaugensalze umgelagert worden seien; sicherlich nahm auch das Steinsalz und der Gips von Anfang an mit Theil an der Wanderung, wenngleich dieselben nicht immer das Sam-

melbecken erreichen mochten, sondern schon unterwegs bei Eintritt von Uebersättigung wieder ausgeschieden wurden; und die bei jähen Witterungsschauern ausgebildeten Erosionswege konnten die Wasserläufe sogar von den Lagerstätten jener ablenken. Die Umlagerung ging also nicht stufenweise vor sich, wonach das secundäre Salzlager dieselbe Gliederung wie das primäre oceanische, nur in umgekehrter Reihenfolge gewonnen hätte, sondern die verschiedenartigen Salze wurden, obwohl ganz oder ziemlich stoffeinige (homogene oder „reine") Schichtlagen noch keineswegs zu den Seltenheiten gehören, zumeist untereinander gemischt; so ist denn, wie auch aus der zu Anfang gegebenen Charakteristik der Hauptmasse des „jüngeren" Steinsalzes ersichtlich, im Gegensatze zu der geregelten Gliederfolge der primären Lager die grosse Mannigfaltigkeit im Bestandwechsel, die beinahe als gesetzlos bezeichnet werden darf, vielleicht das wichtigste Kennzeichen der in unserem Salzgebiete weitverbreiteten secundären Salzlager. Die bei der Regellosigkeit vorbehaltene Einschränkung aber soll andeuten, dass doch auch einzelne den verschiedenen Vorkommen gemeinsame Erscheinungen vorhanden sind, die man ebendeshalb für gesetzmässige ausgeben darf und deren Causalitätsverknüpfung mit einiger Wahrscheinlichkeit nachzuweisen geht. Zwar die Massenverhältnisse, in denen die verschiedenartigen Salze die secundären Lager aufbauen, sind ganz vom Zufalle abhängig; das eine Lager kann ganz arm an Kalisalzen sein, das andere reich, und dabei mögen letztere hier durch das ganze Lager vertheilt und dem Steinsalze innig beigemengt, dagegen dort zu werthvollen Massen ausgesondert auftreten. Alles das ist, wie auch die dabei vorhandene Reihenfolge, dem Zufall anheimgegeben. Während bei den primären Lagern die nutzbaren Kalisalze auf die obersten Regionen beschränkt sind, ist ihre Einordnung im secundären Lager ganz ungeregelt; sie können sowohl an der Basis, wie inmitten oder als Dach der Hauptmasse des Steinsalzes auftreten und auch nicht nur auf einen einzigen Horizont beschränkt, sondern in mehrfacher Wiederholung vorkommen. Jede solche Kalisalzlage ist eben nur ein Beleg, dass in jenem Stadium ein höher belegenes Mutterlaugensalzlager in das Zuflussnetz einbezogen wurde und der Weglaugung verfiel, wobei sich, wie schon erwähnt, die Oberflächen-Gewässer der leichten Löslichkeit halber vorzugsweise mit jenen Salzen beluden; bei vollkommener Sättigung mit ihnen konnten dafür die etwa vorher im Wasser vorhandenen, schwerer löslichen Salze zur Ausscheidung gedrängt werden, während jene allein zum Sammelbecken

fortgeführt wurden und daselbst zur Ablagerung gelangten. Der Art nach waltet aber ersichtlich eine Verschiedenheit zwischen primären und secundären Kalisalzlagern ob, indem in jenen der magnesiumchloridreiche Carnallit die fast ausschliessliche Herrschaft führt, hier dagegen ziemlich ebenso oft, wie jener, Sylvin, Sylvinit oder Hartsalz auftreten, die nicht selten ihres grösseren Kaligehaltes wegen höheren Abbauwerth besitzen. Das weist auf einen abweichenden Bestand der Laugen hin, aus denen sie sich abschieden. Die Mutterlauge der Carnallite muss ungemein reich an Magnesiumchlorid gewesen sein, das sich ebendeshalb in die Ausscheidungen mit eindrängte, die der Sylvinite und ähnlichen Salze dagegen wahrscheinlich weniger reich daran, (wofür vielleicht mehr Magnesium als Sulfat gebunden war), sodass bei der Ausscheidung des Sylvins das vorhandene Magnesium-Chlorid noch in Lösung verharren konnte. Sylvinitische Lagen werden also nicht nur in den Fällen entstanden sein, in denen Kalium-haltige, aber an Magnesium arme oder von ihm ganz freie Laugen ihren Salzgehalt abschieden, sondern auch in Wechselwirkung von bereits abgelagertem Carnallit mit zufliessenden magnesiumfreien Laugen andrer Salze und sogar von Calciumsulfat, insofern deren Mengen genügten, das Magnesiumchlorid wieder in Lösung aufzunehmen.

Eine Hauptursache des vielfachen Wechsels der Ablagerungsproducte war aber wohl, wie schon wiederholt angedeutet, die unter dem Einflusse der Witterung schwankende Laugendichte oder Concentration. Nach ausgiebigen Niederschlägen („Regenzeiten") trat naturgemäss eine weitgehende Verdünnung der sich ansammelnden Laugen ein, während deren Dauer die aus dem Randgürtel des Beckens kommenden, mit Kalksulfat beladenen Gewässer dieses bis in das Sammelbecken verfrachten konnten; eine Wiederauflösung hier bereits abgelagerter Salze mochte dabei zumeist durch über diesen ruhende, der Sättigung nahe Laugenschichten hintangehalten werden. So sind denn auch Schichten von Anhydrit, die bei oceanischen Lagern nur als frühestes Ausscheidungsproduct und ebendesshalb hauptsächlich als Sockel auftreten können, bei den secundären Lagern in allen Horizonten möglich, sogar in unmittelbarer Nachbarschaft von Kalisalzen. Allerdings werden sie, von mechanischen Einschwemmungen abgesehen, in Anbetracht der bedingenden Umstände an der Basis der secundären Lager kaum gefunden werden, im Gegensatz zu dem als nothwendig geforderten Anhydritsockel der primären Steinsalzmassen; immerhin sind sie daselbst als Zufallsergebnisse ebenso

möglich, wie innerhalb der Lager selbst. Dagegen erscheint ihr Auftreten als *Hut des secundären Salzlagers* ein natürliches Erforderniss, einfach aus dem Grunde, dass dem weglangenden Tagewasser nach Aufzehrung der ihm erreichbaren leichter löslichen Salze fast nur noch der primäre Anhydritsockel, insoweit er den Randgürtel des Beckens bedeckt, zur Umlagerung übrig blieb.

Den jüngeren Salzen wird ausserdem nachgesagt, ohne dass jedoch der Beweis hierfür als erbracht gelten kann, dass bei ihnen viel häufiger als bei den primären Gebilden Abweichungen von der normalen Schichtform gefunden werden; sie sollen nicht allein gewöhnlich grosse, in der Schichtfläche ausgedehnte, linsenförmige Körper bilden, sondern oft auch zu Schaaren von kleinen Linsen aufgelöst oder zu Schlieren verdrückt auftreten. An solchen Unregelmässigkeiten sind wohl hauptsächlich die örtlichen Verschiedenheiten in der Consistenz der Beckenlauge schuld, die durch die von mehreren Seiten hinzutretenden Zuflüsse von mehr oder weniger reichlichem und verschiedenartigem Salzgehalte gegeben werden. Entsprechend dem oben über Salzablagerung im Allgemeinen Entwickelten musste ja z. B. schon ein Zufluss, der eine zur Ausbreitung über den ganzen Beckenspiegel ungenügende Quantität ungesättigter Soole zuführte, die Salzausscheidung, die im übrigen Beckentheil ungestört andauern konnte, in seiner Mündungsnähe zeitweilig verhindern. Wo aber bereits gesättigte Laugen zuströmten, mag die hohe Consistenz derselben den örtlichen Ausgleich des verschiedenartigen Salzgehaltes erschwert haben.

Endlich ist noch einer Eigenthümlichkeit der secundären Lager zu gedenken, die aber wohl keiner weiteren Erklärung bedarf, nämlich der reichlicheren Einmengung von thonigen Materialien; da während des ganzen Umlagerungs-Vorgangs die Entwickelung und Einwehung von Staub angedauert und sogar zugenommen haben wird, ist eine Trennung der äolischen Ablagerungen von den eingeschwemmten nicht durchzuführen.

Die secundären Gebilde mannigfaltiger Art, die sich in allen vorhandenen Oberflächenvertiefungen ablagerten, wirkten durch deren Erfüllung und in Verbindung mit der die Ueberhöhungen abtragenden Erosion und Denudation nothwendig auf eine *Einebnung des ganzen Salzgebietes* hin. Letztgenannte Kräfte hatten ersichtlich während der zweifellos sehr lange andauernden Abflusslosigkeit des Gebietes ganz gründlich gewirthschaftet, wie die meist recht beträchtliche Mächtigkeit aufweisenden Anhydritdecken der „jüngeren“ Salze bezeugen. An-

scheinend mangelte es den Oberflächengewässern schliesslich, obwohl zunächst nur zeitweilig, bald aber völlig, sogar an anstehenden und ihnen erreichbaren Kalksulfatmassen, die sie hätten lösen und verfrachten können; sie schleppten alsdann nur noch Sand, Schlamm und Flusstrübe in die verschiedentlichen Ablagerungsbecken zusammen, deren flüssige Füllungen trotz der Einlagerung thoniger, salzaufsaugender Massen doch salinischen Charakter und insbesondere einen Gehalt an Magnesiumchlorid bewahrt haben werden. Auf diese Weise sind wahrscheinlich in mehreren Sammelbecken neben vorherrschenden dünnschichtigen Thonmassen („Letten") dolomitische (d. h. magnesiumcarbonat-haltige) und in dünnen Platten brechende Kalksteine, sowie Quarzite (Quarzgesteine) entstanden; die Reste der abgetragenen Salzhügel aber erhielten vermuthlich vom Winde eine sich zu Salzthon umwandelnde Staubhülle.

Obwohl durch die Mannigfaltigkeit der die Ab- und Umlagerung beeinflussenden Umstände der Versuch einer schematischen Profil-Darstellung des Ganzen ungemein erschwert wird, ist eine solche doch (auf ebener Grundlage!) in Fig. 4 versucht worden, bei deren Betrachtung gebeten wird zu beachten, dass, um auch noch ein zur Hälfte der Abtragung verfallenes Gehängelager in das Bild aufzunehmen, eine seitliche Zusammendrängung, mithin auch starke Uebertreibung der Böschungswinkel nöthig wurde.

An die Zeit, die während der Salzumlagerung verstrich, wagt der Geolog gar nicht die üblichen Maassstäbe anzulegen, sondern begnügt sich mit der Angabe, dass sie den Schluss der Zechsteinperiode, mithin zugleich denjenigen der paläozoischen Aera darstellt. Mit Beginn der mesozoischen Aera kehrte nun das Meer in das Salzgebiet zurück, jedoch verschob sich hierbei die Küstenlinie wahrscheinlich wiederholt und schrittweise, wie wenigstens der Charakter der in der zunächst eingetretenen Buntsandsteinperiode entstandenen, sich anscheinend durch das ganze nordwestliche Deutschland erstreckenden Ablagerungen als offenbarer Strandgebilde belegt. Auch die Gesteine und die vom damaligen Thierleben erhaltenen Reste der darauffolgenden Muschelkalkperiode sprechen nur für die Anwesenheit eines seichten Randmeeres, nicht einer Tiefsee. Untiefe Meere mit ihren heftigen Wellenbewegungen und Strömungen gefährden aber die Salzlager, die bei der Verschiebung der Grenzen von Wasser und Land leichtmöglicher Weise entblösst wurden, viel mehr als tiefe Seebecken, deren ruhende Tiefenwasser sogar nackte Salzmassen vor beträchtlichen Weglaugungs-

verlusten schützen. Deshalb können in der That damals bedeutende Massen von kurz vorher erst abgelagertem Salze

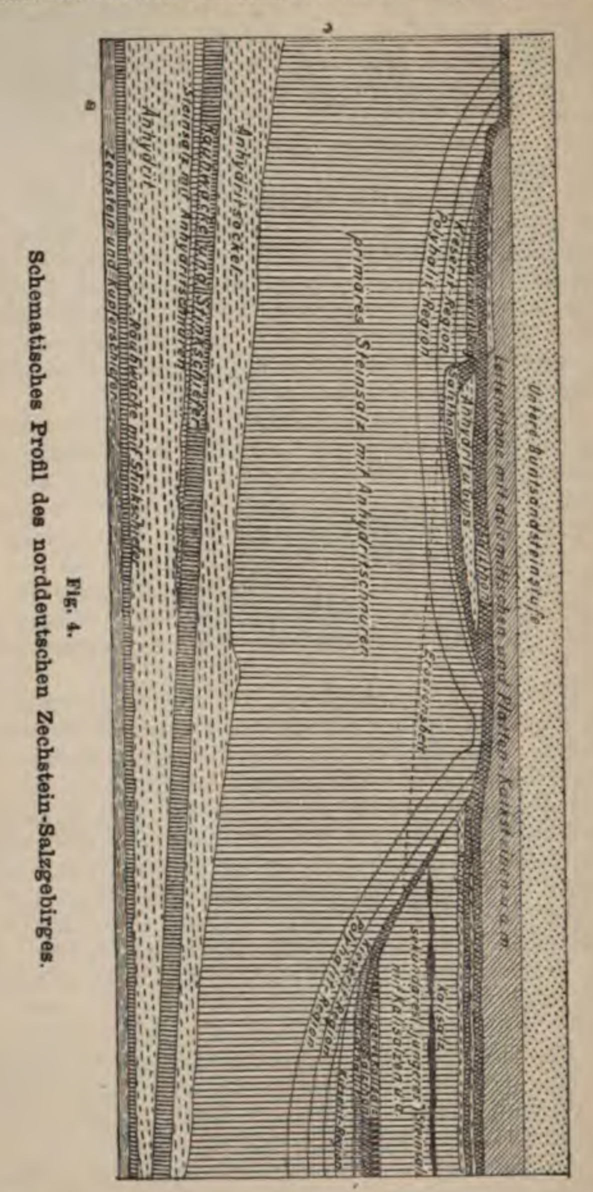


Fig. 4.
Schematisches Profil des norddeutschen Zechstein-Salzgebirges.

wieder weggelaugt und ausgedehnte Lager desselben zerstückelt worden sein; vielleicht hat dies vorzugsweise

die Abtragungsstumpfe primärer Steinsalzmassen betroffen, weil dieselben, wie aus Figur 4 zu ersehen, weniger mächtige Schutzdecken besassen. Daraufhin möchte man vielleicht vermuthen, dass die in der oberen Buntsandsteinstufe ungemein verbreiteten, aber auch im mittleren Muschelkalk (z. B. im Johannisfelde bei Erfurt) angetroffenen, durchweg „unvollständigen" und zumeist sogar nur aus Gips bestehenden Salzlagergebilde directe Abkömmlinge der Zechsteinsalze desselben Gebietes seien. Das ist aber entschieden nicht der Fall, einmal wegen ihrer, den primären Lagern entsprechenden Gliederung, und dann weil ja eine secundäre Umlagerung nicht im Machtbereiche des Meeres stattfinden kann, sondern eine Ablagerungsstelle auf dem Lande und sogar in Bodenvertiefungen desselben fordert, die keinen Abfluss zum Meere besitzen. „Verlandet" war nun unser Gebiet höchstwahrscheinlich weder während der Buntsandstein-, noch während der Muschelkalkperiode. Doch trat dieses Ereigniss, das später von Beginn der neo- oder känozoischen Aera an den grössten Theil des Gebietes fast andauernd traf, für beträchtliche Strecken desselben auch schon in zwei getrennten Zeiträumen innerhalb der mesozoischen Aera ein. Das dürfen wir behaupten wegen des Fundes von während derselben gebildeten Kohlenflötzen und kohlenreichen Thonletten, die nicht in salinischen oder marinen Gewässern entstanden sein können. Demnach hat zunächst zu Beginn der Keuperperiode, die derjenigen des Muschelkalks folgte, ein erheblicher Theil des Gebietes über dem Meeresspiegel gelegen, ferner aber ein vom Nordwestende des Harzes bis nach England reichender Landstrich zur Wendezeit von Jura- und Kreideperiode; da wurde in Binnenseebecken dort die sogenannte Lettenkohlenstufe, hier die des Wälderthons und Deister- oder Hastingsandsteins mit der Deisterkohle abgelagert. Wo sich aber zur Kohlenablagerung geeignete Bodensenken fanden, konnte es auch abflusslose Becken geben, in denen die Flüssigkeitsfüllung nur durch die Verdunstung gemindert wurde, und diese mussten zu Salzpfannen werden, wenn, wie dies bei der Faltung der Schichten zu über den Meeresspiegel aufsteigenden Sätteln und dazwischen eingetieften Mulden, die von den die Erdkruste umbildenden Kräften bewirkt wurde und die Verlandung zur Folge gehabt hatte, ältere Salzlager entblösst wurden und der Weglaugung durch die Oberflächengewässer verfielen; in den abflusslosen Becken konnte da eine secundäre Salzablagerung in gleicher Weise, wie zu Ende der Zechsteinperiode stattfinden, nur modificirt durch den Umstand, dass jetzt die Umgebung der Ablagerungsbecken nicht

eine solche Salzwüste war. wie damals. weshalb nicht mit so grossen Staubmengen zu rechnen ist, dagegen mit reicher Vegetation. die in denselben Bodensenken, in denen zunächst Salzlager gebildet worden waren. später auch noch Kohle entstehen lassen konnte, sobald nämlich jene Abfluss zum Meere enthielten. welcher Fall nach dem oben über das Vorschreiten der Erosion Gesagten leicht eintreten mochte. Aus der Wälderstufe sind nun allerdings, obwohl ihr ein Kohlenflötz von bescheidenem Werthe eigen ist. bislang noch keine Salzlager bekannt geworden. dagegen ist es von einigen Salzlagern westlich und nordwestlich vom Harze bekannt und von noch zahlreicheren wenigstens zu vermuthen, dass sie der Lettenkohlenstufe des Keupers angehören und aus secundär umgelagerten Salzen bestehen: und obwohl es zur sicheren Erkenntniss dieser Verhältnisse durchgängig erst noch eingehenderer Untersuchungen bedarf, laden die vermeintlichen Keupersalzlager zu solchen doch schon dadurch ein, dass sie sich zumeist ebenso wie die dem Zechstein angehörigen mit Kalisalzen ausgestattet gezeigt haben.



Druck von G. Bernstein in Berlin.

18

Die
Metamorphose der Pflanzen
im Lichte
palaeontologischer Thatsachen.

Nach einem Vortrag

gehalten in Berlin am 8. Oktober 1897 vor dem cultusministeriellen VII. naturwissenschaftl. Feriencursus für Lehrer an höheren Schulen

von

H. Potonié.

Beauftragt mit Vorlesungen über Pflanzenpalaeontologie an der Kgl. Bergakademie zu Berlin.

Mit 14 Figuren.



BERLIN.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

1898.

Vorwort.

Der Gegenstand, den die folgenden Zeilen behandeln (die zuerst in den von Herrn Prof. Schwalbe, Director des Dorotheenst. Realgymnasiums in Berlin, in der „Naturw. Wochenschr." veröffentlichten Bericht über den 7. naturwissenschaftlichen Feriencursus erschienen sind), beschäftigt den Verfasser nunmehr, er kann wohl sagen, fast zwei Jahrzehnte. Als er im Jahre 1880 am Königl. botanischen Garten und Museum in Berlin eintrat, hatte der auf dem morphologischen Gebiet so hervorragend thätige und bezüglich der Einzelthatsachen dieser Disciplin so ausgezeichnet bewanderte A. W. Eichler die Direction der genannten Institute inne. Die vorausgehende Berührung des Unterzeichneten mit dem Vorgänger Eichler's, mit Alexander Braun, hat nicht minder dazu beigetragen, die Gedanken auf den Versuch einer zeitgemässen Lösung der morphologischen Probleme zu lenken. Auf der Basis, auf der die beiden genannten Gelehrten standen, hat sich ein allseitig befriedigendes System der botanischen Morphologie nicht errichten lassen, wie der Zerfall in mehrere morphologische Schulen, vor allem die Abtrennung der Sachs-Goebel'schen von der Goethe-Braun'schen Schule gelehrt hat. In der That ist denn auch die Grundlage der Goethe-Braun'schen Morphologie keineswegs eine genügend exacte und klare, und die Anschauungen, die sie förderte, sind demgemäss widerspruchsvoll. In mündlichen Unterhaltungen hat der Unterzeichnete wiederholt darauf hingewiesen; gern erinnert er sich diesbezüglich der fast stets an die Frage nach der „Möglichkeit spitzenständiger Blätter" an-

knüpfenden kleinen Discutationen, die sich mit Eichler wiederholt entspannen. Eichler, dessen erste wissenschaftliche Arbeit sich mit der Entwickelungsgeschichte des Blattes beschäftigt, war allerdings und psychologisch begreiflich nicht derart zu überzeugen, dass er nunmehr die Goethe-Braun'sche Betrachtungsweise aufgegeben hätte; aber es ist doch von besonderem Interesse, dass er immer wieder auf die Sache zurückkam: es bedurfte nur eines geringen Anlasses, um die Gedanken immer wieder auf die „Begriffsbestimmung des Blattes" zu lenken, sodass wenigstens soviel hervorgeht, dass ihm durch die Opposition eine „Vitaldifferenz" gesetzt worden war, die freilich einen definitiven Ausgleich bei ihm noch nicht gefunden hat. Hierbei ist allerdings nicht zu vergessen, dass die Gewohnheit in einer bestimmten Richtung zu denken um so unüberwindlicher wird, je länger und intensiver diese Gewohnheit Besitz ergriffen hat. Und dann noch eins: damals vermochte ich wohl fundamentale Schwächen in der Behandlung der botanischen Morphologie zu erkennen, zu der Einsicht aber, wie nun das nothwendig werdende neue System dieser Disciplin ungefähr aussehen müsste, war noch eine ziemliche Strecke, die für mich erst durch eine lange Beschäftigung mit Pflanzenpalaeontologie überwunden wurde. Die folgenden, durch eine Gelegenheit entstandenen Zeilen wollen nun weiter nichts als eine blosse Andeutung über eine zeitgemässe botanische Morphologie wagen, soweit sich dies eben in der kurzen Spanne Zeit, die ein Vortrag gewährt, machen lässt; es ist die vorliegende Abhandlung daher nur eine sehr kurze vorläufige Notiz einer eingehenderen Ausführung.

Berlin, im December 1897.

H. Potonié.

Wenn wir die Gesammtheit der sich augenfällig individualisirenden Glieder, mit anderen Worten die Gesammtheit der äusserlich abgegliedert erscheinenden Organe der Pflanzen überschauen, so bemerken wir solche Verschiedenheiten, dass wir aus rein praktischen Rücksichten nach ihren Merkmalen mehrere Kategorien machen. Das Volk hat seit jeher unterschieden die Wurzel (Radix), den Stengel (Caulom) und das Blatt (Phyllom), freilich noch nicht mit der Einsicht, dass die Blüthe, die der Laie daher als vierte Kategorie aufzählt, in die beiden letztgenannten Organe aufgeht. Bei der Eintheilung in nur drei Kategorien spielt eben schon wissenschaftliche Erkenntniss mit, denn die zweckmässige Erweiterung des Begriffes „Blatt" auf alle Anhangsgebilde der Stengelorgane*) ist erst aus der nur durch näheres Studium sich ergebenden Einsicht geflossen, dass es zwischen den Blüthen-„Blättern" und den Laub- und anderen Blättern Mittelformen giebt. Gerade diese Einsicht in Verbindung mit der auffälligen Mannigfaltigkeit der Blätter ist es, welche geistreichen Beschauern der Natur ein Problem gesetzt hat, nicht minder wie der so variable und doch nach bestimmten „Typen" sich darstellende Gesammtbau der Pflanzen (und Organismen überhaupt). So spricht z. B. J. J. Rousseau von der unwandelbaren Aehnlichkeit und doch so wunderbaren Verschiedenheit, die in der Organisation der Pflanzen herrsche, und Goethe's vielcitirte Verse: „Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleichet der andern; Und so deutet das Chor auf ein geheimes Gesetz," drücken dasselbe mit anderen Worten aus.

*) Von den Haaren (Trichomen) wird hier abgesehen.

Die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Blätter speciell hat denn auch zu unübersehbar häufiger Beschäftigung mit denselben Veranlassung gegeben, namentlich seit Goethe's 1790 erschienenem „Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären.“

Unter Metamorphose versteht man mehrerlei. Im ältesten Sinne, sagen wir in demjenigen Ovid's, wäre es die plötzliche Verwandlung, wie diejenige Jupiters in einen Schwan, ein Begriff, den ein Naturforscher nicht gebrauchen kann, da sich solche mythischen Umwandlungen nicht beobachten lassen. Die übliche Benutzung des Wortes Metamorphose auf zoologischem Gebiet, für die Thatsache, dass häufig, wie z. B. bei den Insecten, die Jungen vom Mutterthiere getrennt auffällige Entwickelungsstadien durchmachen, ehe sie der Mutter ähnlich werden, ist ebenso allgemein bekannt. Besonders wichtig für uns ist die Kenntnissnahme der Benutzung des Wortes auf Pflanzen angewendet durch die Goethe-Braun'sche Schule; hier bedeutet es die Mannigfaltigkeit, in der uns die „Ideen“ im Sinne Plato's entgegentreten. Die Schule sucht mehr unbewusst als bewusst diese Ideen zu finden, also auf dem von uns zu behandelnden Gebiete besonders die Idee der Wurzel, des Stengels und des Blattes. Hier haben wir es demnach mit Metaphysik zu thun, vor der sich die Naturwissenschaft zu hüten hat. Setzen wir an Stelle der gesuchten „Ideen“ die realen Wurzeln, Stengel und Blätter oder diejenigen Organe, aus denen sich die Wurzeln, Stengel und Blätter der höher differenzirten Pflanzen im Verlaufe der Descendenz der Lebewesen herausgebildet haben, so haben wir den heute einzig zulässigen Sinn des Begriffes Metamorphose auf morphologischem*) Gebiete. Die Metamorphosen-

*) Dass der Terminus „Morphologie“ von Goethe stammt (1817) ist merkwürdig wenig bekannt; G. verknüpfte mit diesem Begriff einen theoretischen Inhalt, sodass ursprünglich Morphologie und Organographie hätten auseinander gehalten werden müssen. Leider ist aber der Begriff Morphologie dadurch sehr schnell doppelsinnig geworden, als man ihn bald auch da verwandte, wo es sich ausschliesslich um eine blosse Beschreibung

Lehre hat danach die Veränderungen klar zu legen, welche die Organe im Verlaufe der Generationen erlitten haben: hat die phylogenetische (oder, wenn man lieber will, morphogenetische) Herkunft der Organe festzustellen. Das wird zwar principiell anerkannt und doch gilt immer noch Nägeli's Wort: „Man beschäftigt sich viel mit der Abstammung der Pflanzensippen, aber nicht mit der Herleitung der einzelnen Organe und Theile der Pflanzen, und doch muss diese vorausgehen und den Boden für jene bereiten."

Die Goethe-Braun'sche Schule wirkt eben mächtig nach und verwirrt die Geister, und so ist denn eine durchgängige Klarheit im Gebiet der Morphologie noch längst nicht erreicht. Deshalb ist die immer und immer wieder behandelte Metamorphosenlehre noch weit von der heute durchaus möglichen Widerspruchslosigkeit entfernt.

Zur Lösung der Aufgaben unserer Lehre sind zwei Punkte ganz besonders zu beachten; erstens nämlich muss sie naturgemäss, da ihre Grundlage die Descendenztheorie ist, von den einfachsten Organismen ausgehen, und zweitens hat sie das gesammte zur Verfügung stehende Pflanzenmaterial heranzuziehen: auch das fossile. Gegen beide so selbstverständlich erscheinenden Forderungen ist aber arg verstossen worden. Denn es spukt immer noch die Neigung, die höchsten Pflanzen zur morphologischen Deutung der Organe zu Grunde zu legen und die Fossilien sind bislang einfach fast gänzlich auf unserem Gebiet bei Seite gelassen worden.

---

von thatsächlich constatirten Gestaltungs-Verhältnissen handelt, wie man denn heute in diesem Sinne von einer Morphologie der Krystalle spricht. Ich selbst benutze den Begriff, wie er heute allein verwendbar ist, nämlich für die Wissenschaft, die sich mit den vermutheten Gestaltungsverhältnissen der Lebewesen und ihrer Organe beschäftigt, die also durch theoretische Speculationen (freilich solche wissenschaftlicher Art, die also stets und immer auf dem Boden der Thatsachen sich aufzubauen haben) die Lücken unserer Kenntnisse zu ergänzen trachtet, Lücken, die nie anders werden ausgefüllt werden können, da uns die recente und fossil erhaltene Lebewelt ja nur einen verhältnissmässig kleinen Theil organographischer Daten zur Verfügung stellt.

Sehen wir zu, was bei Vermeidung der beiden monirten Fehler und peinlicher Vorsicht gegen etwaige Nachwirkungen des Prinzipiellen der Goethe-Braun'schen Schule — soweit es sich in aller Kürze andeuten lässt — zu erreichen ist.

Die einfachsten Organismen, die wir kennen, sind gewissermaassen nur ein einziges einheitliches Organ; eine Arbeitstheilung der Lebensverrichtungen hat noch nicht stattgefunden. Auf der nächsten Stufe dient der Körper des Individuums in bestimmten Theilen nur der Ernährung, in anderen Theilen nur der Fortpflanzung: die erstere der Erhaltung des Individuums, die zweite der Erhaltung der Generationen gewidmet.

Mögen wir nun hinsehen, wo wir wollen, die allercomplicirtesten Pflanzen betrachten: direct oder indirect stehen alle Functionen im Dienste dieser beiden Hauptfunctionen. Dass mit der ersten Arbeitstheilung eine stoffliche Sonderung (in chemischem Sinne) Hand in Hand gehen muss, sei an dieser Stelle nur nebenbei angedeutet*). Wir erhalten also besondere Theile oder — bei augenfälligerer Individualisirung derselben — „Organe" der Ernährung und besondere Organe der Fortpflanzung.

Zum Verständniss des Werdens der Pflanzen-Gliederung müssen wir von der Function der Ernährung ausgehen, denn diese Function bedingt die Gliederung durch das Bedürfniss, eine grosse Oberfläche im ernährenden Medium (und das ist zunächst Wasser mit den gelösten Theilen, denn wir müssen von Wasserpflanzen ausgehen) zu gewinnen. Nehmen wir einmal die Brauntange, so sehen wir dies in verschiedener Weise erreicht, nämlich 1. durch Bildung unverzweigter Kronen wie bei Laminarien, die durch Streckung in die Länge das Licht zu erreichen und durch flächenförmige Ausbildung mit vielen Punkten ihres Körpers mit dem ernährenden Medium in Berührung zu kommen streben, 2. durch Bildung verzweigter Formen, unter denen wir unterscheiden wollen

*) Es kann leider hier nicht auf die Sachs-Goebel'sche Richtung näher eingegangen werden.

a) die Fucusform, Fig. 1, mit Gabel-Verzweigungen, deren Gabelstücke, abgesehen von den basalsten, die tauförmig sind, alle untereinander im Ganzen gleichen Bau und dementsprechend gleiche Functionen zeigen und b) die Sargassumform, Fig. 2, bei der wir bereits Central-Stücke haben, „Centralen“, die im wesentlichen als Träger dienen, und diesen Centralen ansitzend Anhangsorgane, welche



Fig. 1.

Fucus serratus mit männlichen Fortpflanzungsorganen.



Fig. 2.

Sargassum bacciferum. In der Nähe der Ansatzstelle der Blätter mit Schwimmblasen.

die Assimilation und Fortpflanzung besorgen. Wir haben in dem letzterwähnten Fall bereits Stengel (die Centralen) und Blätter.

Auffällige und zahlreiche Thatsachen haben mich nun zu der Annahme geführt:

Die Blätter der höheren Pflanzen sind im Laufe der Generation aus Thallus-Stücken hervorgegangen, dadurch dass Gabelaeste übergipfelt und die nunmehrigen Seitenzweige zu Blättern wurden.

Die Annahme, dass die Vorfahren der höheren be-

blätterten Pflanzen in ihren Stengeln und Blättern nur die echt-dichotome Verzweigung kannten, aus der im Laufe der Generationen die echt-monopodiale Verzweigung entstanden ist, dass überhaupt alle Verzweigungsarten der höheren Pflanzen morphologisch auf die echte Gabelung zurückzuführen sind, begründet sich vor Allem durch die folgenden Thatsachen:*)

1. Die ältesten Farnwedel zeigen in ihrer Blatt-Aderung die Grundform, wie wir sie von Gingko her kennen, ein Gymnospermen-Typus, der bis ins Devon zurückzureichen scheint; die Blätter dieses Typus besitzen durchaus untereinander gleiche, gegabelte Adern. Erst in späteren Formationen treten spreitige Theile mit Mitteladern auf, noch später die Netzaderung und noch später endlich, nämlich erst im Mesozoicum, eine Netzaderung, welche grosse Maschen aufweist, die von feineren Adern umgrenzte, kleinere Felder umschliessen.

2. Je weiter wir in den Formationen zurückgehen umsomehr nimmt die Zahl der Farnarten mit Wedelgabelungen zu. Besonders merkwürdig sind auch die im Palaeozoicum so ausnehmend häufigen Wedel, die eine sehr instructive Mittelbildung zwischen durchweg gegabelten und rein fiederigen Farnen dadurch bilden, dass sie an verschiedenen Stellen zwischen Gabelung und Fiederung hin- und herpendeln, wodurch die so sehr häufig unsymmetrisch aufgebauten, fossilen Wedel zu Stande kommen.**)

3. Das bei den heutigen Farn so sehr seltene Vor-

---

*) Es können hier nur Andeutungen gemacht werden; Ausführliches vergl. in meinem „Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie", Berlin 1897.

**) Herr Graf zu Solms-Laubach machte mich mündlich auf die recenten Bowenia-Blätter aufmerksam, bei denen ein solches Pendeln ebenfalls schön zu beobachten ist. Da es bei meiner ganzen Darstellung besonders auf die Berechtigung der morphologischen Herleitung der monopodialen aus der echt-dichotomen Verzweigung ankommt, benutze ich die Gelegenheit, mitzutheilen, dass mir Herr Graf zu Solms schreibt: „Die Ableitung der acropetalen aus der dichotomen Verzweigung entspricht vollkommen den Anschauungen, die sich mir aufgedrängt haben."

kommen „decursiver" Fiedern ist im Palaeozoicum eine häufige Erscheinung, Fig. 3 und 4. Diese Erscheinung ist leicht durch die Annahme deutbar, dass die, eine



Fig. 3.

Eremopteris artemisiaefolia (Brongn.) Schimp. — Links ein Stückchen stärker vergrössert. — Bei a, b und c Gabeln; das Gabelfussstück unter c trägt decursive Fiederchen, das unter b (und a?) nicht mehr.

centrale Lage einnehmenden, übergipfelten Gabelstücke zunächst noch die ihre morphologische Herkunft verrathende Form und Function beibehalten, dass also erst später eine Arbeitstheilung in ausschliessliche Träger einerseits und assimilirende Flächen andererseits eintritt.

4. Die bei palaeozoischen Farnen so häufig vorkommenden grossen, nach abwärts gerichteten Fiederchen an der Basis der Spindeln zweiter Ordnung sind leicht zu verstehen, wenn man sich klar macht, dass diese Fiederchen die ersten übergipfelten Stücke der Fiedern



Fig. 4.
Callipteris conferta (Sternb.) Brongn.

erster Ordnung sind. Fig. 5 zeigt den Fall, bei welchem auch noch die nächste, nach aufwärts gerichtete Fieder bemerkenswerth gross geblieben ist.

5. Die Primärblätter recenter Farne sind allermeist gabelig-spreitig, Fig. 6, und da — nach dem bekannten Fritz Müller'schen Satze — die Individuen im Verlaufe ihrer Entwickelung mehr oder minder abgekürzt die Stammesentwicklung wiederholen, so darf man die er-

wähnte Thatsache als Erinnerung an Verhältnisse bei den Vorfahren deuten. Es kommt hinzu, dass echt-gefiederte, recente Farnwedel als Abnormität ganz besonders oft Gabel-Verzweigung zeigen, was in diesem Zusammenhange wohl als Atavismus gedeutet werden darf.

6. Auch die Primärblätter (Cotyledonen) der Dicotyledonen sind oft noch gabelig verzweigt.



Fig. 5.
Ovopteris Lescuriana (Font. et White) Pot. (Nach F. et Wh.)

7. Vergleichen wir unsere heutigen Wälder mit denen des Paleozoicums, so fällt vor Allem die prädominirende Gabel-Verzweigung der Stämme und Baumzweige der palaeozoischen Lepidophyten auf.

8. Recente Pflanzen, die wie die Equisetaceen auch nicht im Entferntesten mehr durch irgend welche Eigenthümlichkeiten auf die ursprüngliche Gabelverzweigung hinweisen, was in dem herangezogenen Fall umsomehr zu verstehen ist, als man das Gleiche schon von der

palaeozoischen Gruppe der echten Calamariaceen sagen kann, die zur Vorfahren-Reihe der Equisetaceen gehört, zeigen in ihren allerältesten Vorfahren, sofern günstige Funde vorliegen, doch wieder echt-gabelige Theile, wie in unserem Falle die Gattung Asterocalamites des Devon und Culm mit auffallend mehrfach-gegabelten Blättern (Fig. 7).



Fig. 6.

Junge Pflanze von Adiantum Capillus Veneris. b = erstes Blatt, r = Wurzel, f = Vorkeim mit Haarwurzeln h. (Nach J. Sachs)

Es drängt sich nun die Frage auf: warum hat der fiederige Aufbau der Blätter den gabeligen verdrängt, warum beherrscht auch die Baumvegetation unserer Tage die rispige Verzweigung der Stamm- und Stengeltheile im Vergleich zu der noch so gern gabeligen des Palaeozoicums? Die Antwort liegt auf der Hand.

Stellen wir der Praxis die Aufgabe, ein Gerüst zu bauen, sodass an demselben möglichst viele Flächen dem Licht ausgesetzt sind, so wird sie die Träger der Flächen, die Auszweigungen des Gerüstes, aus mechanischen Gründen, abgesehen von Rücksichten der Materialersparniss, nach Möglichkeit so gestalten müssen, dass dieselben nicht durch zu weites Ausgreifen in die Luft hinein die Hauptachse zu stark belasten, denn je weiter die Flächen von dieser Achse hinweg gebracht werden, um so stärker wird vermöge der Hebelwirkung die Inanspruchnahme der Hauptachse und der Ansatzstellen der Zweige. Ein Abbrechen von Zweigen durch Eigenbelastung unter Mitwirkung von Wind und Wasserbenetzung durch Regen, die nicht gering anzuschlagen ist, wird hier um so leichter sein. Ein Aufbau des Gewächses aus Gabelverzweigungen wird zwar durch Schaffung einer halbkugelförmigen Krone die Flächen (Blätter) in günstige, Beziehung zum Lichte bringen aber die Entfernungen der einzelnen Punkte der Kugelfläche von der Hauptachse sind hierbei so grosse,

dass — wie leicht zu berechnen — die mechanische Inanspruchnahme des Verzweigungssystems ausserordentlich bedeutender ist als bei Bildung einer sich der Eiform nähernden Krone von derselben Oberflächengrösse wie die Halbkugel, weil bei einer solchen Krone die lichtbedürftigen Flächen nicht so weit von der Hauptachse angebracht zu werden brauchen wie im ersten Falle, und dabei die Flächen doch ausgiebig dem Lichte ausgesetzt sind. Der Uebergang der echtgabeligen Verzweigung, welche die Halbkugelform erzeugt, zur traubig-rispigen, welche die Eiform erreicht, ist sehr leicht, und es ist daher begreiflich, wenn im Kampfe ums Dasein aus der ersteren die letztere entstanden ist. — Was in mechanischer Beziehung von den Trägern, den Stengelorganen, gilt, gilt auch von den Flächen, von den Blättern. Ein dichotom-verzweigtes Blatt nähert sich in seiner Gestalt mehr dem Kreise, ein fiederig-verzweigtes dem auf einer Fläche gezeichneten Ei. Bei letzterem findet sich die Hauptmasse der assimilirenden Fläche wesentlich näher der Ansatzstelle des Blattes als bei dem sich der Kreis- oder Halbkreisform nähernden Blatt. Die Eiform der Blätter, welche heute herrscht, ist also aus mechanischen Gründen vorzuziehen, und der Kampf ums Dasein hat daher dieser

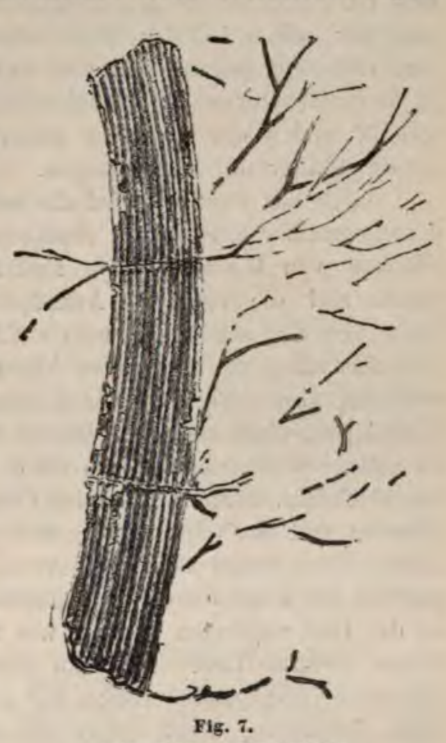


Fig. 7.
Asterocalamites scrobiculatus.

Form zum Siege verholfen. — Kommt die Hebelwirkung nicht in Frage, so handelt es sich für die Pflanze ausschliesslich darum, dem Lichte ausgesetzte Flächen zu erzeugen und die mannigfachsten Richtungen im Ernährungssubstrat einzuschlagen, wie das bei Wasserpflanzen der Fall ist. Hier ist die Kugel- und Kreisform angebracht, und wir sehen in der That, dass die Wasserblätter gern dichotom gebaut sind und dass die auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Blätter verhältnissmässig weit öfter sich der Kreisform nähernde Gestalten zeigen als die Blätter der Landpflanzen.

Durch das Gesagte wird die auch sonst vom Descendenztheoretiker gemachte Annahme, dass die Landpflanzen von Wasserpflanzen abstammen, kräftig unterstützt, und die specielle Anknüpfung an die Brauntange, die sich schon Eingangs aufdrängte, ist auch deshalb nächstliegend, weil diese Algen in der Strandregion wachsen, also dem trockenen Lande näher sind als die Roth-Algen, die in grösseren Meeres-Tiefen zu Hause sind. Es möchte wohl scheinen, als sei der Sprung von brauntangähnlichen, im Meere lebenden Pflanzen zu echten Landpflanzen fast unüberbrückbar; wer aber die Thatsache kennt, dass einige Brauntang-Arten an gewissen Fundpunkten alle Tage stundenlang, nämlich während der Ebbe an der Luft zubringen können, wie z. B. lebensstrotzende Fucus serratus-Wiesen auf den zur Ebbezeit aus dem Wasser hervorragenden Riffen vor Helgoland, dem muss diese Anpassung sonst echter Meeresgewächse an ein zeitweiliges Luftleben als ein wichtiger Wink erscheinen, wie man sich die Entstehung der Landpflanzen aus Wasserpflanzen zu denken hat.*)

---

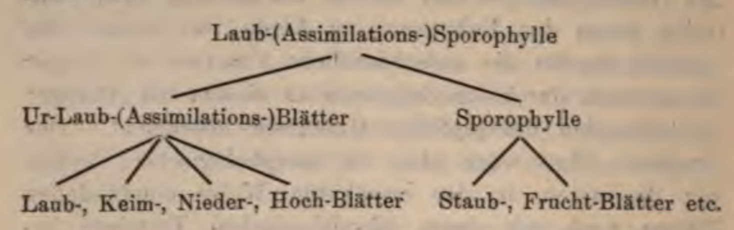
*) Nach dem Gesagten würde für das Farn-Prothallium bei den Algen ein Homologon in Bildungen etwa wie den „Zwergmännchen“ gefunden werden können; es wäre das Prothallium als eine physiologisch dadurch nothwendig gewordene Weiterbildung anzusehen, als die, obwohl für Landpflanzen ungeeignete, dennoch als Erinnerung an die Algen-Vorfahren von den Farn beibehaltene Befruchtung durch Vermittelung des Wassers besser garantirt ist, wenn dieselbe am Erdboden geschieht. Das wird eben erreicht durch Abstossung gewisser, die geschlechtlichen

Die morphologischen Einheiten, also die Gabeläste von Fucus serratus, dienen sowohl der Assimilation als auch der Fortpflanzung; die Fortpflanzungsorgane sind über die assimilirende Gesammtfläche zerstreut (Fig. 1). Die Hinneigung gewisser Stücke zur Bildung einer Centralen bietet den Uebergang zu Algen, bei denen eine Centrale bereits die ausschliessliche Function als Träger der nunmehr durch den Gegensatz zu diesem als „Blätter" erscheinenden übergipfelten Gabeläste übernimmt. Der Ausdruck Blatt wäre also ein morphologischer; wollen wir die ersten, in der erwähnten Weise entstandenen Blätter auch mit einem physiologischen Terminus belegen, so würden sie nach dem Gesagten als Assimilations-Sporophylle oder kürzer Laub-Sporophylle zu bezeichnen sein. Diese sind also die ersten Blätter in der Vorfahren-Reihe der höheren Pflanzen, und wir finden sie denn auch in der That am systematischen Anfang derselben, nämlich bei den Farnen, noch vorwiegend vertreten; es dürfen also, wie dies ohne nähere Begründung immer geschieht, nicht die Laubblätter, oder mit anderen Worten nicht reine Assimilationsblätter an den Anfang gesetzt werden, denn diese sind erst durch eine bei späteren Generationen eingetretene Arbeitstheilung aus den Laub-Sporophyllen entstanden, sodass

---

Fortpflanzungsorgane vorbereitenden Zellen (Sporen), die am Boden zwischen sich und den Eizellen und Spermatozoïden ein Gewebe einschalten. Dieses Gewebe, das Prothallium, erzeugt zunächst die die Eizellen und Spermatozoïden enthaltenden Behältnisse auf ihrer Unterseite, die durch dichtes Anliegen am Boden durch Capillarattraction für Wasser am besten zugänglich ist. — Ist diese Erklärung der Entstehung des Prothalliums richtig, so wären die Moose phylogenetisch besser von der — freilich unbekannten — Zwischengruppe zwischen Algen vom Typus der Fucaceen und Farn herzuleiten. — Die Homologsetzung der proembryonalen Generationen der Musci und Filices mit Algenkörpern hat allerdings viel Verführerisches, stösst aber auf die Schwierigkeit, die Entstehung der embryonalen Generation verständlich zu machen, die zweifellos, soweit unsere Kenntnisse bis jetzt reichen, grösser ist als die Auffassung der proembryonalen als verhältnissmässige Neu-Bildung, wie das hier geschehen ist. (Vergl. meine Pflanzenpalaeontologie S. 156ff.)

also die Assimilations-Blätter und die Sporophylle metamorphosirte Assimilations-Sporophylle sind und überhaupt sämmtliche Blattformationen von der letztgenannten Formation abzuleiten sind, etwa in der Weise des folgenden Schemas.



Bei den Algen, bei denen sich zum ersten Mal aus dem morphologischen Grundorgan eine Differenzirung in zwei verschiedene morphologische Stücke vollzieht (1. die Centrale, bei der jedes Internodium morphologisch dem zweiten Stück entspricht, dem Blatt), aus denen nunmehr alle übrigen noch ferner auftretenden Stücke herzuleiten sind, ist das Auftauchen eines etwaigen Zweifels, wie weit das Blatt und wie weit die Central-Stücke zu rechnen sind, ausgeschlossen; ganz anders ist es aber bei den höheren Pflanzen, bei denen der Streit nach der Caulom- resp. Phyllom-Natur stammähnlicher Organe (wie z. B. bei der Birnenfrucht) die Morphologie immer wieder bewegt, deren heutige verfahrene Methode es in der That erklärlich macht, dass solche Fragen nie und nimmer zu einer definitiven Antwort kommen können.

Wir werden diese so wichtige Frage am besten ihrer Erledigung näher bringen, wenn wir uns vergegenwärtigen, welche einzelnen Theile ganz zweifellose Blätter haben können: finden wir dann diese Theile an Organen wieder, deren morphologische Natur zweifelhaft ist, so leuchtet ohne Weiteres ein, dass damit die Richtigkeit der Annahme der Blattnatur solcher Organe bedeutend an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Ein Blatt kann im Wesentlichen besitzen ausser einer assimilirenden Haupt-Spreite auch noch Nebenblätter, einen Stiel und eine Scheide, es kann Sporangien und überhaupt Fortpflanzungsorgane tragen, viele Blätter

haben in der Ligula, dem Blatthäutchen, ein eigenthümliches Organ, und endlich muss ich für unseren Zweck an das Vorkommen von lenticellenartigen Transpirations-Oeffnungen bei Farn auf den Theilen der Blattstiele, die als Blattfüsse den Stamm bekleidend stehen bleiben, erinnern.

Halten wir fest, dass diese Theile zum Blatt gehören, so ergiebt sich daraus und aus anderen Gründen die Nothwendigkeit, die Stengel und Stämme der höheren Pflanzen (ob aller bedarf noch näherer Prüfung) als in ihrer morphologischen Natur zusammengesetzt anzusehen. Damit würde sich das Blatt, wie es uns bei den Algen entgegentritt, von dem Blatt der in Rede stehenden höheren Pflanzen unterscheiden, indem das erstere seine Grenze an der Ansatzstelle desselben an der Centrale findet, während das morphologische „Blatt" der höheren Pflanzen an der Stengel- und Stammbildung theilnimmt. Zur bequemen Unterscheidung kann man Blätter, wie bei den Algen als Urblätter, Blätter letztgenannter Art jedoch als Caulom-Blätter bezeichnen.

Auffällige Thatsachen haben die Anschauung, dass es Caulom-Blätter in dem angedeuteten Sinne giebt, längst vorbereitet. Es sei hier nur auf die folgenden aufmerksam gemacht.

Wie man in morphologischer Hinsicht die so oft die Stengel bekleidenden Blattpolster schon längst zum Blatte rechnet, so kann auch leicht nachgewiesen werden, dass Vorfahren polsterloser Pflanzen mit glatten Stengel-Oberflächen und entfernt stehenden Blattnarben bei ihren Vorfahren Polster besessen haben als Hinweis auf die Blattnatur der gesammten Stengelperipherie. Nur ein Beispiel.



Fig. 8.
Lepidodendron-Blattpolster in $^1/_1$. — n = Blattnarbe, l = Leitbündelnärbchen, s = Transpirationsstrangnärbchen, g = Ligulargrube, a = Transpirationsöffnungen.

Wie das Lepidodendraceen-Polster in morphologischer Hinsicht zum Blatte zu rechnen ist (vergl. Fig. 8), so muss auch angenommen werden, dass die Vorfahren der

polsterlosen Sigillariaceen oder diese in ihrer Jugend Blattpolster besessen haben, sodass die freilich an Stamm-Oberflächen stärkerer Reste meist nicht abzugrenzende Umgebung der Blattnarben als zum Blatte (als dessen Basis) gehörig anzusehen ist. Bei der Fig. 9 abgebildeten Sigillarie würde zu einer Blattbasis oberhalb der Blatt-Narben der Theil zu rechnen sein, der die Ligulargrube trägt (das Pünktchen gleich über der Narbe), und unterhalb der Narbe der Theil, der die eigenthümlichen lenticellenartigen Oeffnungen, die „Transpirationsöffnungen" trägt.



Fig. 9.
Eine rhytidolepe Sigillarie mit „Transpirationsöffnungen".

Einen Sinn hat die Zurechnung der Blattnarben-Umgebung zum Blatt nur durch die Annahme, dass bei der Stamm-Bildung der Pflanzen im Verlaufe der Generationen die untersten Theile der Blattstiele resp. Blattheile nach und nach vollkommen mit dem ursprünglichen Stamm, der Centrale, verwachsen sind. Eine Uebergangsbildung hierzu würden die mit Blattfüssen versehenen Farnstämme vorstellen, denn — nach Verschmelzung der Blattfüsse mit dem Stamm — würden wir Polsterbildung wie bei den Lepidodendraceen zu erwarten haben und endlich bei noch späteren Generationen glatte Stamm-Aussenflächen. Diese Annahme wird durch die Reihenfolge des Auftretens der Sigillarien sehr schön unterstützt: in der 4. Flora sind namentlich die gepolsterten Sigillarien, Fig. 10, (die Favularien) zu Hause und die Sig. undulata dieser Flora bildet einen Uebergang zu den Sigillarien der 5. und 6. Flora, bei denen ganz vorwiegend die Blattnarben auf Rippen stehen, die durch Seitenfurchen zu Stande kommen, ohne dass jedoch die Narben oben und unten

von den nächststehenden durch Querfurchen geschieden wären, Fig. 9, (Rhytidolepis und Polleriana), und endlich gelangen wir zu den Sigillarien der 7. Flora bis zum Buntsandstein, bei denen überhaupt die Polsterabgrenzung vollständig verlöscht ist, Fig. 14, (Leiodermaria) oder doch nur nebenbei vorkommt (Clathraria).

Wenn wir den centralen Stammtheil, der morphologisch der „Centrale" der Vorfahren entspricht, als Ur-Caulom und denjenigen dieses Ur-Caulom umgebenden Stammtheil, der im Verlaufe der Generationen aus Blattbasen hervorgegangen ist, als Peri-Caulom bezeichnen, so würden wir den Rindentheil, der schräg nach aufwärts verlaufende Blattspuren birgt, schon deshalb als zum Pericaulom gehörig ansehen, weil dadurch dieser Verlauf erklärt wird und auch mit Polsterbildung u. s. w. in Beziehung steht, während in den Fällen, bei denen die Stamm-Organe morphologisch ausschliesslich aus dem Ur-Caulom gebildet werden, die in die Blätter gehenden Leitbündel, ganz direct horizontal durch das Nodial-Gewebe verlaufen und die Internodien von diesen Bündeln frei sind. Bei Pflanzen, die in ihren Stämmen nur ein einziges centrales Leitbündel besitzen, wie etwa die Salviniaceen, wird man die Stämme am ehesten als Ur-Caulome ansehen dürfen; wo sich jedoch mehrere Leitbündel vorfinden, etwa ein Kreis solcher wie bei den Equisetaceen, wird noch zu ventiliren sein, ob es sich hier schon um ein (primäres) Pericaulom handelt mit rudimentärem Ur-Caulom, als welches dann der in der Jugend vorhandene Markkörper gelten müsste.

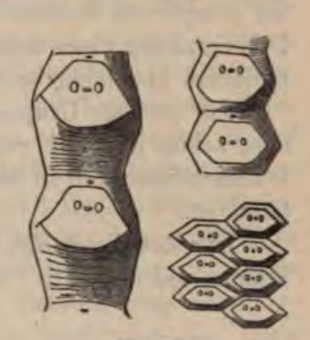


Fig. 10.
Polster einiger Favularien. Schwach vergr. (Nach Zeiller.)

Es sind ja zwei Möglichkeiten gegeben, und es wird durch den Vergleich der zur Verfügung stehenden und noch zu eruirenden Thatsachen festzustellen sein, für welche von diesen beiden Möglichkeiten in den Ein-

zelfällen die grössere Wahrscheinlichkeit vorhanden ist. Erstens nämlich kann es sich bei Vorhandensein eines oder mehrerer Leitbündelkreise in den Stämmen um Pericaulom-Bildungen handeln, zweitens aber kann es sich, wie Solms für die Lepidophyten mit einem Bündelkreise annehmen möchte, morphologisch um ein einziges Bündel handeln, d. h. um Bündel, die im Verlaufe der Generationen durch Mark- und Markstrahl-Bildung, also nachträglicher Einschaltung parenchymatischer Elemente, aus einem einzigen hervorgegangen sind. Zenetti*) meint sogar, dass ganz allgemein bei den „höheren Pflanzen die complicirte Beschaffenheit des Strangsystems aus der Differenzirung eines ursprünglich einfach gebauten Centralcylinders abzuleiten sein wird“.

Für gewisse Gruppen wie die Cycadaceen scheint mir aber schon jetzt die gegentheilige Annahme die grössere Wahrscheinlichkeit zu besitzen und zwar aus den folgenden Gründen.

Die Medullosen des oberen Palaeozoicums zeigen auf Stamm-Querschliffen im Grundparenchym eingebettet radiär-gebaute, sternförmige bis plattenförmige, concentrisch gelagerte Leitbündel („Sternringe“ und „Plattenringe“), die nach allen Richtungen der Schliffläche hin, also nicht nur nach aussen (centrifugal), sondern auch nach innen hin (centripetal) Zuwachszonen von Secundärholz besitzen: Fig. 11. Da die Cycadaceen gewiss in natür-



Fig. 11.

Stück des Querschliffs von Medullosa Solmsii Schenk in ²/₁. Rb = Rindenbündel, b und St = Sternringe, Pli und Pla = innere und äussere Plattenringe, a = beginnende Ablösung eines Sternringes. — (Nach Weber-Sterzel.)

*) Leitungssystem im Stamm von Osmunda regalis. — Bot. Ztg. 1895.

licher näherer Verwandtschaft zu den Medullosen stehen, so würde sich das merkwürdige Verhalten im Dickenwachsthum des Holzes der Gattungen Cycas und Encephalartos zu erklären haben als entstanden aus Plattenringen, deren Centripetalholz verschwunden ist. Man wird ohne Weiteres einsehen, dass in diesem Verschwinden ein Fortschritt liegt, da das Dickenwachsthum der Platten- und Sternringe nach allen Richtungen hin einer harmonischen Entwickelung des Stammes gegenüber der Dickenzunahme aus ausschliesslich centrifugal zunehmenden Geweben Schwierigkeiten entgegensetzen muss. Dass aber danach überhaupt in der Vorfahren-Reihe der Cycadaceen Stern- und Plattenringe in den Stämmen anzunehmen sind, erklärt sich nun am besten durch die Annahme der Entstehung der Stämme aus verwachsenen Blattstielbasen. Das Vorkommen diploxyler Bündel auch in den Blattstielen der Medullosen, die auf dem Querschliffe mehrere zerstreute Bündel besitzen ebenso wie die Blattstielbasen auch noch der heutigen Cycadaceen, würde die Annahme verlangen, dass auch diese Theile morphologisch nicht einheitlich, sondern ebenfalls im Laufe der Generationen durch Verwachsung ursprünglich getrennter Stücke entstanden sind, und das passt sehr schön zu der wegen anderer Eigenthümlichkeiten wiederholt betonten Hinneigung der Cycadaceen-Wedel zu Stamm-Organen. Freilich sind nähere Untersuchungen über die Berechtigung dieser Annahme nöthig: jedenfalls ist hier noch viel zu thun!

Durch die entwickelte, auch gewiss für viele andere Fälle aus dem Grunde gebotene Anschauung, weil die Centrale nur einen centralen Strang besitzt, würde sich überdies die Thatsache der so ganz überwiegend oft bei höheren Pflanzen fehlenden „stammeigenen“ Bündel erklären. Bei den Lycopodiaceen hätten wir durch das centrale Bündel noch ein deutliches Urcaulom, das hier von einem mächtigen Pericaulom (der Rinde mit den Blattspuren) umgeben wird.

Wie ein solches Pericaulom entstanden zu denken ist, dafür giebt es mannigfache Winke. Bei vielen Filices z. B. — die vielleicht bei Vorhandensein eines Kreises von

Leitbündeln wie die Equisetaceen als bereits mit einem primären Pericaulom begabt anzusehen wären — bleiben, wie schon erwähnt, die unteren Stücke der Wedelstiele mehrere Centimeter lang nach dem Wedel-Abfall stehen. Ganz dicht gedrängt umgeben sie den Stamm, sodass man auf Querschnitten, Fig. 12, dieselben nur dadurch als nicht zum Stamm gehörig erkennt, dass sie eine besondere Contour besitzen und bei dem Schneiden von Scheiben auseinanderfallen. Eine seitliche Verwachsung der stehenbleibenden Blattstielstücke würde zur Bildung eines mächtigen Pericauloms Veranlassung geben, und zwar nach Obigem dann eventuell secundären Pericauloms, wenn der Stamm schon die Anordnung der Leitbündel wie bei den Equisetaceen aufweist. Man wird mit Recht annehmen, dass z. B. bei den Lepidophyten (den Lepidodendraceen und Sigillariaceen) das Pericaulom (die Rinde) in der angedeuteten Weise durch Verwachsung von Blattbasen gebildet wurde. Bei eventuellen Nachkommen von Gramineen wäre ein secundäres Pericaulom etwas anders entstanden zu denken. Hier ist ja ein secundäres Pericaulom in der Form der das primäre Pericaulom umfassenden Blattscheide, wenn man so sagen darf, prädestinirt; denn die blosse Verwachsung der Scheide mit dem Stengeltheil der Gramineen ergiebt ja ein secundäres Pericaulom ohne Weiteres und der Querschnitt durch einen Gramineenstengel mitsammt den umgebenden Scheiden bietet ein Gesammtbild, wie es die Stämme, die ein oder zwei concentrische Pericaulome besitzen, im Princip eben-



Fig. 12.

Stamm-Querschliff von Asterochlaena ramosa aus dem Palaeozoicum in $^1/_2$ der nat. Gr. s—s' = Umriss des Stammes, b = Blattstiele. (Blattfüsse.) (Nach Stenzel.)

falls zeigen: d. h. eine centrale Säule mit den zugehörigen, ganz vertical verlaufenden Leitbündeln umgeben von einem Gewebe, das ebenfalls nach aufwärts oder doch wenigstens schräg-aufwärts verlaufende Blattspuren birgt, das eben bei den pericaulomlosen Stämmen fehlt. Gewisse Verhältnisse bei den Angiospermen deuten auf die letzterwähnte secundäre Pericaulom-Entstehung hin; um wenigstens ein diesbezüglich leicht zugängliches Beispiel zu wählen, sei Spiraea opulifolia genannt, bei der namentlich an den schnell und lang aufgewachsenen Sprossen deutlich zu sehen ist, wie sich von den Blattstielen je eine breite, lange Blattscheide weit hinabzieht, sodass die gesammte Oberfläche des Cauloms von solchen mit ihm verwachsenen Scheiden, die sich übrigens leicht abziehen lassen, bedeckt wird.

Durch diese Auffassung des morphologischen Aufbaues der Stengel und Stämme der höheren Pflanzen*) wird Vieles erklärt, was bisher zusammenhangslos hingenommen werden musste, aber an dieser Stelle kann leider nicht darauf eingegangen werden; es sei nur auf das gelegentliche (abnorme) Vorkommen von Bündeln im Mark gewisser unserer Holzgewächse**) hingewiesen, die nunmehr als atavistische Erscheinungen klar werden: in dem Markkörper (ob in dem ganzen muss noch untersucht werden) der höheren Pflanzen dürften wir somit das morphologische Aequivalent des Ur-Cauloms zu erblicken haben.

Was der Botaniker Caulome, Stämme, Stengel nennt sind demnach allermeist morphologisch gar nichts Einheitliches, sondern morphogenetisch aus Ur-Caulomen (Cen-

*) Der in der morphologischen Litteratur Orientirte wird an die, wenn auch in wichtigen Punkten abweichende Delpino'sche Auffassung der morphologischen Natur der Stengel-Organe erinnert worden sein, die D. für verwachsene Basaltheile von Blättern erklärt, und zwar in der ganzen Ausdehnung der Stengel, während nach meiner Auffassung das Ur-Caulom nicht Blattnatur hat.

**) Vergl. Th. Künkele, Strangbildungen im Marke von Alnus glutinosa. — Botan. Centralbl. Bd. 72. Cassel 1897.

tralen) und mit diesen im Laufe der Generationen verwachsenen Blattfüssen hervorgegangen.

Es wird sich leicht die Frage aufdrängen: wie ist die Pflanze zur Pericaulom-Bildung gekommen, welche Gründe haben dieselbe veranlasst? Eine Anregung zur Beantwortung dieser Frage bieten uns Thatsachen der Palaeontologie, die ich in meinem Lehrbuch angegeben habe.

Vergleichen wir nämlich die anatomischen Verhältnisse der Stämme fossiler Farne mit recenten Farnstämmen, so ist bemerkenswerth, dass ursprünglich (z. B. bei Arten aus dem Culm) ein Markkörper nicht oder doch nur andeutungsweise vorhanden ist (Fig. 12). Im Carbon treten Formen mit schwachem Markkörper hinzu, aber erst vom Mesozoicum ab nimmt die Grösse des Markkörpers zu. Da die centrale Stellung der leitenden Elemente für das Leben im Wasser oder in der Erde spricht, die in Rede stehenden fossilen Stämme jedoch sicherlich, wie die allseitige Stellung der Blätter beweist, keine Rhizome waren, sondern aufrecht in die Luft ragten, so könnte die erwähnte Eigenthümlichkeit ebenfalls zu der Annahme verwerthet werden, dass die Farne ursprünglich von Wasserpflanzen abstammen. Erst im Verlauf der Generationen hat sich der Stammbau den neuen mechanischen Anforderungen, welche das Leben als Baum stellt, angepasst. Die recenten, grossen Farnbäume haben denn auch alle ein mächtiges Mark, Fig. 13, sodass der hohlcylindrische Bau des Stammes hinsichtlich der die Festigkeit bedingenden Elemente erreicht ist. Wir können also sagen: ein Pericaulom entsteht durch das Bedürfniss, einen festen Hohlcylinder für die aufrechten Stämme der zum Luftleben gekommenen Pflanzen zu haben; das wird eben in An-



Fig. 13.

Halber Baumstamm-Querschnitt einer Cyatheacee. Das Leitbündelgewebe punktirt, das Skelettgewebe (in Wellblechform) schraffirt, etwa $^1/_8$ der nat. Gr.

knüpfung an das Gegebene am besten durch Verwachsung der Blattbasen erreicht. Da aber dann die letzteren die Leitung der Nahrung in Richtung der Stammlänge besorgen, wird das ursprüngliche Centralbündel überflüssig, dessen schliessliches Verschwinden überdies dadurch unterstützt werden muss, als die mechanische Construction im Centrum der Bäume fester Elemente, die bei den in Rede stehenden Pflanzen an die Leitbündel geknüpft sind, nicht bedarf.

Wie steht es nun mit der morphologischen Natur der Wurzel? Da ich hier nicht zu lang werden darf, diesbezüglich nur wenige Worte und zwar nur über die Seitenwurzeln.

Die Centrale hat sich als Träger und zur Leitung von Nährstoffen herausgebildet, die Urblätter sind wesentlich Ernährungsorgane. Denken wir uns in Anknüpfung an das vorn bei Fucus serratus Gesagte den Uebergang zur Entstehung von ausschliesslichen Landpflanzen derartig, dass zunächst bei Mittelformen noch der untere Theil im Wasser verbleibt, der obere schon permanent mit der Luft in Berührung ist, so werden sich die Luftblätter allmählich an die ausschliessliche Nahrungsaufnahme aus der Luft gewöhnen. Die Urblätter der Brauntange entnehmen noch dem Wasser die gelösten mineralischen Bestandtheile wie die Wurzeln und die im Wasser befindliche Kohlensäure wie die Laubblätter. Die Arbeitstheilung wird sich daher leicht so vollziehen können, dass Wasserblätter sich auf die Ernährungsart typischer Wurzeln, die Luftblätter auf die von Laubblättern beschränken. Damit ist der Weg gegeben, den Versuch zu machen, die Seitenwurzeln als metamorphosirte Ur-Blätter zu deuten. Lässt sich das begründen? Nun die angedeutete Auffassung ergiebt sich aus Thatsachen, welche gewisse Fossilien lehren, Thatsachen, die, in Verbindung mit recenten Vorkommnissen wie das wurzelähnliche Wasserblatt von Salvinia, es durchaus lohnend erscheinen lassen, der Sache näherzutreten. Die Stigmarien nämlich (und zwar diese im weitesten Sinne genommen, wie er in meiner Pflanzenpalaeontologie gefasst

wurde), sind Beispiele, an denen die geforderten Ver hältnisse thatsächlich vorhanden sind. Denn die „Appendices“ der unterirdischen Organe (also eben der Stigmarien) der Lepidophyten nähern sich nicht nur ihrer Function nach, sondern auch bereits aus organographischen Gründen — wie durch das gelegentliche Auftreten unter Laubblätternarben, genau wie echte Wurzeln, Fig. 14, ferner das Auftreten der Appendices sowohl in Längszeilen wie im Quincunx bei Pleuromeia (Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie S. 217 Fig. 208) — den Wurzeln der höheren Pflanzen, haben aber noch so Vieles mit echten Blättern gemein, dass die Neigung, sie schlechtweg als solche zu bezeichnen, bislang noch die vorwiegende ist. Betonen muss ich jedoch, dass man die Stigmarien in morphologischer Hinsicht richtiger als Mittelbildungen zwischen Stengel und Wurzelorganen verstehen wird. Ich verweise diesbezüglich auf das S. 209 bis 218 in meiner Pflanzenpalaeontologie (1897) Gesagte, bitte aber zu berücksichtigen, dass ich in derselben natürlich morphologische Probleme erst in zweiter Linie im Auge haben durfte. Die Heterogenität von echten Nebenwurzeln und Blättern (z. B. die endogene bezw. exogene Entstehung derselben) wird es bei nicht genügender Berücksichtigung der gesammten Thatsachen auf den ersten Blick als besonders schwierig erscheinen lassen, sie morphologisch von demselben Grundorgan abzuleiten.

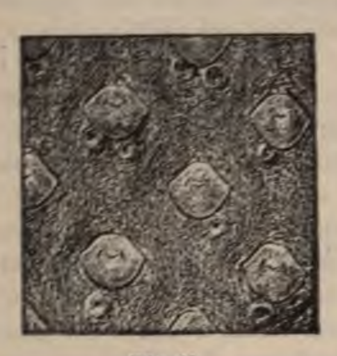


Fig. 14.
Stückchen der epidermalen Stammoberfläche von Sigillaria Brardii. Unter den Blattnarben je eine oder zwei Stigmaria-Narben.

Nur zwei wesentliche Stücke: 1. die Centrale (das Ur-Caulom) und 2. das Ur-Blatt wären es also, die durch Umbildung im Verlaufe der Generationen die Gesammtheit aller Formgestaltungen der höheren Pflanzenwelt bedingen, und da diese beiden Stücke phylogenetisch aus Gabel-

ästen von Thalluspflanzen sich herleiten, so ist schliesslich das eine und einzige morphologische Grundorgan aller höheren Pflanzen ein thallöses Gabelglied.*)

Zusätze.

Zu S. 10—14. — Das auch die Entwickelungsgeschichte des Farn-Wedels schlagend auf Vorfahren mit echt-dichotom verzweigten Wedeln hinweist, geht aus R. Sadebeck's Untersuchungen hervor; vergl. z. B. meine Abh. in den Ber. d. Deutschen botan. Ges. 1895, S. 255—256.

Zu S. 16. — Es sei hier noch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Algen nach sehr vielen Richtungen hin ihre Gestaltungen erschöpfen, von denen aber nur der Typus, wie ihn die Fucaceen zeigen, zu den höheren Pflanzen hin eine Fortsetzung gefunden hat.

Zu S. 25. — Im Mark von Encephalartos sind Leitbündel noch normal vorhanden.

Zu S. 29. Anmerkung. — Selbst sehr wesentliche morphologische Probleme konnten hier auch nicht einmal von fern berührt werden, so u. a. die Frage nach der Entstehung der Abhängigkeit der Seitensprosse von ihren Deckblättern, also die Frage nach der morphologischen Herkunft der Axillarknospen.

---

*) Es konnten in Obigem leider nur Andeutungen geboten werden und ich muss daher freilich mancherlei Missverständnisse befürchten, ich habe aber die Absicht, seinerzeit ein ausführlicheres System der botanischen Morphologie in einer besonderen, im Verlage der Gebrüder Borntraeger (Dr. Thost) in Berlin erscheinenden Schrift zu bieten; ob die Verhältnisse mir freilich gestatten werden, das bald zu thun, vermag ich nicht vorherzusehen.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche
naturwissenschaftliche Abhandlungen.
Heft 19.

Pflanzenphysiologische Experimente
im Winter.

Von

F. Schleichert
in Jena.

Sonder-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift"
Redaction: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1899.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Viele pflanzenphysiologische Experimente, z. B. solche über Ernährung mancher Pilze, über Quellungsvorgänge, Stoffwechsel, Athmung, verschiedene Wachsthums-Erscheinungen u. s. w., lassen sich im Winter fast ebenso leicht wie im Sommer anstellen. Die Ausführung anderer Versuche bietet grössere Schwierigkeiten dar, besonders deshalb, weil es an den im Sommer bequem zur Verfügung stehenden Untersuchungsobjecten fehlt. Es gewährt somit Interesse, derartige Objecte kennen zu lernen, die auch im Winter zum Ersatz dieses letzteren Untersuchungsmaterials dienen können. Ich habe es daher auf Anregung meines verehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. Detmer, unternommen, im Winter 1898/99 im botanischen Institut der Universität Jena eine erhebliche Zahl physiologischer Experimente auszuführen, um für den bezeichneten Zweck recht geeignetes Material ausfindig zu machen und denke, dass diese Arbeit Manchem willkommen sein dürfte*). Als meine Untersuchungen fast völlig abgeschlossen waren, erschien eine Arbeit von Dr. Kolkwitz „Pflanzenphysiologische Versuche zu Uebungen im Winter" (Naturwiss. Wochenschrift Bd. 14), von deren Erscheinen ich vorher keine Kenntniss hatte. Meine Arbeit wird eine erwünschte Ergänzung zu der soeben genannten bieten.

In den folgenden Darstellungen ist mehrfach auf die „Anleitung", d. h. die im Jahre 1897 erschienene dritte Auflage meiner „Anleitung zu botanischen Beobachtungen und pflanzenphysiologischen Experimenten, Langensalza, Beyer & Söhne" hingewiesen worden. In diesem Buche ist näheres nachzusehen; ebenso in Detmers Pflanzen-

---

*) Die Versuche wurden sämmtlich in der Zeit von Anfang November bis Ende Februar durchgeführt.

physiologischem Prakticum, zweite Auflage 1897 und endlich auch in den Lehr- und Handbüchern der Pflanzenphysiologie, namentlich in Pfeffers Handbuch, erste und zweite Auflage.

I. Wasserculturversuche.

Für denjenigen, der sich mit pflanzenphysiologischen Studien beschäftigt, hat es die grösste Wichtigkeit, sich durch Experimente davon zu überzeugen, dass die grünen Pflanzen die Fähigkeit besitzen, aus anorganischem Material organische Substanz zu erzeugen. Diesem Zwecke dienen bekanntlich Versuche mit Hilfe der Methode der Wassercultur. In meiner „Anleitung" habe ich unter I. angegeben, in welcher Weise solche Experimente auszuführen sind. Im Sommer geben die Versuche, wenn man ihnen genügende Sorgfalt widmet, ausgezeichnete Resultate. Für Demonstrationen im Winter verfuhr ich, wie folgt:

Am 17. Juli wurde ein viele Blätter tragender Spross des Oleander, der im Ganzen eine Länge von ungefähr 55 cm besass und sich in seiner Mitte in mehrere Zweige theilte, abgeschnitten. Zur Aufnahme dieses Sprosses diente ein Glascylinder, der 4 Liter Wasser fasste. Auf der weiten Mündung des Cylinders ruhte eine in ihrer Mitte mit einem Loch versehene Holzplatte. In der Oeffnung wurde der Spross unter Benutzung von Watte derartig befestigt, dass sein unteres Ende etwa 15 cm in das Brunnenwasser eintauchte, mit welchem der Cylinder angefüllt war. Ueber den in die Luft hineinragenden Theil des Untersuchungsobjectes wurde ein zweiter grosser Glascylinder gedeckt, dessen Rand auf der erwähnten Holzplatte ruhte, um einer zu starken Verdunstung und Austrocknung des Oleandersprosses vorzubeugen. Das Culturgefäss blieb mehrere Wochen dicht am Fenster eines nach Süden gelegenen Zimmers stehen, und als die Wurzelentwickelung am unteren Ende des Sprosses begann, wurde der Cylinder, welcher zum Bedecken der Pflanze gedient hatte, entfernt und das Brunnenwasser durch eine Nährstofflösung von bekannter Zusammensetzung (siehe „Anleitung" S. 2) ersetzt. Es ist allerdings zu bemerken, dass jetzt viele der älteren Blätter des Untersuchungsobjectes abfielen; aber alsbald entwickelten sich dafür neue Blätter, mehrere junge Triebe, und auch das Wurzelsystem bildete sich kräftig aus. Die

Pflanze stellte im Winter ein gutes Object zur Demonstration der Thatsache dar, dass die grüne Pflanze organischer Stoffe für ihre Ernährung nicht bedarf, und bis jetzt (Mitte Juni) befindet sie sich in gutem Gesundheitszustande, nachdem sie im Winter zunächst im warmen Zimmer, dann aber, weil hier offenbar die Luft zu trocken war, in einem kühlen Vorraum des Gewächshauses verweilt hat.

Im Winter erhält man auch ganz gute Resultate mit Hilfe der Methode der Wassercultur, wenn man mit Maispflanzen experimentirt. Die Maiskörner werden in bekannter Weise in feuchten Sägespänen angekeimt und dann unter Berücksichtigung der erforderlichen Vorsichtsmaassregeln (Vgl. Anleitung S. 3) in die Nährstofflösung eingesetzt. Im Warmhause entwickeln sich die Untersuchungsobjecte ziemlich kräftig.

II. Chlorophyllfarbstoff.

Zur Gewinnung von Chlorophyllfarbstofflösung verfährt man im Winter zweckmässig, wie folgt. (Auch im Sommer kann dieselbe Methode benutzt werden.)

In einem flachen, quadratischen Zinkblechkasten von 45 cm Seitenlänge werden feuchte Sägespäne locker aufgehäuft. Auf diese Sägespäne streut man etwa 250 g Weizenkörner, (auch Hansen benutzte Weizenpflanzen zu seinen Chlorophyllstudien) und bedeckt dieselben mit feuchten Sägespänen. Das Keimbett ist natürlich immer feucht zu erhalten. Wenn die Keimung der Körner begonnen hat, stellt man den Kasten im warmen Zimmer an ein Fenster. Zwei bis drei Wochen nach der Aussaat, wenn zwei grüne Laubblätter entfaltet sind, schneidet man diese Blätter der Weizenpflanzen ab, zerkleinert sie mit einer Scheere und übergiesst 80 g des in eine Porzellanschale gebrachten Untersuchungsmaterials mit destillirtem Wasser. Die Schale wird auf dem Wasserbade erwärmt, und wenn die Pflanzen etwa $^1/_4$ Stunde lang einer Temperatur von 80° C. ausgesetzt gewesen sind, giesst man die Flüssigkeit ab, presst das Pflanzenmaterial zur Entfernung überschüssigen Wassers mit der Hand aus und übergiesst es in der Schale mit 250 ccm Alkohol. Jetzt wird wieder auf dem Wasserbade erwärmt. Man erhält sehr schnell eine tiefgrüngefärbte, alkoholische Chlorophylllösung, welche abfiltrirt wird. Mit dieser

Lösung kann man verschiedene Versuche ausführen, z. B. die folgenden:

a) Ein Theil der Lösung wird in einem verschlossenen Glase directem Sonnenlichte ausgesetzt. Die Chlorophylllösung verfärbt sich sehr bald. Directes Sonnenlicht zersetzt den Chlorophyllfarbstoff ja schnell, während er im diffusen Licht und im Dunkeln lange Zeit ziemlich unverändert bleibt.

b) Zu einer Quantität der alkoholischen Chlorophylllösung setzt man einige Tropfen Salzsäure. Sofort ist die Verfärbung (Bräunung) des Chlorophyllfarbstoffes zu beobachten.

c) Die Chlorophylllösung kann unmittelbar benutzt werden, um nachzuweisen, dass der Chlorophyllfarbstoff aus Cyanophyll und Xanthophyll besteht. (S. Anleitung Seite 16.)

d) Bringen wir einen Theil der mit Alkohol verdünnten Chlorophylllösung in ein geeignetes Gefäss und untersuchen die Flüssigkeit mit Hilfe eines Spectralapparates, so ist in allererster Linie der für unseren Farbstoff so sehr charakteristische Absorptionsstreifen im Roth zwischen den Frauenhoferschen Linien b und c sehr deutlich nachzuweisen.

Ein recht geeignetes Material zur Gewinnung von Chlorophylllösung stellt auch Elodea canadensis dar. Wir verfahren genau in der Weise, wie es soeben beim Weizen beschrieben worden ist und benutzen ebenfalls 80 g des frischen Materials. (Ueber Cultur von Elodea im Winter vergl. unter 3.)

Um die völlige Extraction des Chlorophyllfarbstoffs aus Pflanzentheilen zu demonstriren, werden im Zimmer oder im Gewächshaus cultivirte Tropaeolumpflanzen verwendet. Wir schneiden von diesen einige grüne Blätter ab, kochen sie mit Wasser und behandeln sie unter Erwärmen auf dem Wasserbad mit Alkohol. Dieser nimmt den grünen Farbstoff schnell auf, während die Blätter völlig bleich werden.

III. Assimilationsversuche.

A. Sauerstoffabscheidung bei der Assimilation.

Um die Sauerstoffabscheidung bei der Assimilation zu beobachten, benutzt man im Winter zweckmässig Elodea canadensis. Recht gesunde Sprosse dieser Pflanze

werden im Herbst in grösserer Zahl gesammelt und in einem grossen, vielleicht 5 Liter fassenden Gefäss mit Brunnenwasser übergossen. Die Pflanzen bleiben im Winter über im warmen Zimmer am Fenster stehen. Ab und zu, etwa alle 8 bis 14 Tage erneuert man das Brunnenwasser und beseitigt die eventuell gelb gewordenen Sprosse. Es scheint sich nicht zu empfehlen, das Gefäss mit den Pflanzen an einem nach Süden gerichteten Fenster aufzustellen, weil hier leicht eine zu starke Erwärmung des Wassers eintritt. Am besten giebt man dem Gefäss einen Platz an einem nach Osten gelegenen Zimmer.

Mit dem Untersuchungsmaterial kann man nun während des Winters experimentiren und z. B. die auf Seite 20 und 21 meiner „Anleitung“ über Sauerstoffabscheidung der assimilirenden Pflanzen und die Abhängigkeit derselben von äusseren Bedingungen angegebenen Versuche ausführen.

Lehrreich sind auch folgende Experimente:

a) Ein 6 bis 8 cm langes Sprossstück von Elodea wird in einem kleinen, mit Brunnenwasser angefüllten Gefäss dem directen Sonnenlicht ausgesetzt. Die Sauerstoffabscheidung ist lebhaft, und es können 50 bis 80 kleine Gasblasen in der Minute aus dem Sprossquerschnitt entweichen. In dasselbe Brunnenwasser bringt man nun noch das Stück einer Wurzel, etwa ein solches, das man von dem in Wassercultur befindlichen Oleander abgeschnitten hat. (Siehe unter I.) Die Wurzel ist chlorophyllfrei, und daher scheidet sie keinen Sauerstoff aus.

b) Ein Spross von Elodea wird in der Weise, wie es auf Seite 21 meiner „Anleitung“ angegeben ist, in Brunnenwasser gebracht, dessen Temperatur ermittelt ist. Man bestimmt im diffusen Licht die in der Minute erfolgende Gasblasenabscheidung. Nun wird der Spross am Glasstab in destillirtes Wasser, welches dieselbe Temperatur wie das Brunnenwasser haben muss, übertragen und so orientirt, dass er die gleiche Stellung zu den einfallenden Lichtstrahlen, wie früher, zeigt. Die Gasblasenausscheidung ist jetzt viel schwächer, wie im Brunnenwasser, da es an reichlicheren Mengen von Kohlensäure fehlt. Eine abermalige Uebertragung des Sprosses in Brunnenwasser ruft wieder eine viel lebhaftere Gasblasenausscheidung hervor. Am besten ist es natürlich, die Versuche derartig auszuführen, dass man auf der einen Seite Brunnenwasser,

auf der andren völlig kohlensäurefreies, ausgekochtes und unter einer Glasglocke im kohlensäurefreien Raume wieder abgekühltes destillirtes Wasser benutzt.

3. Stärkebildung bei der Assimilation.

Das grüne Gewebe der Blätter ist der Ort, an welchem Kohlensäure und Wasser bei der Assimilation zu Zucker und Stärke verarbeitet werden. Gutes Material zur Untersuchung der gewöhnlichen Blattstructur liefert im Winter der immergrüne Ilex. Querschnitte durch das Ilexblatt lehren, dass auf der Oberseite Palissadenparenchym, auf der Unterseite mit grossen Intercellularen versehenes Schwammparenchym reichlich entwickelt sind. Die Epidermis der Ober- und Unterseite tritt deutlich hervor, und zwischen diejenige der Oberseite und das Palissadengewebe ist noch eine chlorophyllfreie Zellschicht eingeschoben, welche der Unterseite fehlt.

Um die Stärkegegenwart in den Blättern im Winter nachzuweisen, kann man mit Material arbeiten, das man im Sommer gesammelt hat. Man schneidet im Sommer gut beleuchtet gewesene Tropaeolumblätter am Abend eines warmen Tages ab und legt dieselben in Alkohol ein. Will man sie im Winter auf Stärke untersuchen, so verfährt man in der auf S. 23 meiner „Anleitung" angegebenen Art. Zur Feststellung der im Winter selbst erfolgten Stärkebildung benutzt man z. B. Elodea. Recht gesunde, 6—8 cm lange Sprosse werden in einem Glasgefäss mit 1—2 l Brunnenwasser übergossen und dem directen Sonnenlicht ausgesetzt. Nach mehreren Stunden entfernt man die Sprosse aus dem Wasser, wirft sie in Alkohol (zur Beschleunigung der Chlorophyllextraction kann man die Sprosse auch vorher durch Abbrühen mit Wasser töten), und überträgt sie dann in verdünnte Jodjodkaliumlösung. Das Vorhandensein von Stärke lässt sich jetzt leicht mikroskopisch in den Blättern feststellen. Vielfach ist die Gegenwart der Stärke auch schon makroskopisch an der eingetretenen Färbung der Blätter zu erkennen.

Bei Versuchen mit manchen Pflanzen, die im Sommer sehr gut zu Experimenten über Stärkebildung verwandt werden können, erhielt ich, als dieselben längere Zeit im Winter directem Sonnenlicht ausgesetzt wurden, durchaus negative Resultate, offenbar deshalb, weil die Assimilation immerhin relativ schwach bei winterlicher Beleuchtung verläuft und die gebildete Stärke rasch aus den Blättern abgeleitet wird.

Positiven Erfolg gaben im Winter Experimente mit Keimlingen von Sinapis alba und Lepidium sativum. Die Pflanzen wurden in der unter 5. angegebenen Art in Blumentöpfen cultivirt. Die einige Centimeter hohen Keimlinge benutzen wir zu den Beobachtungen. Die Untersuchungsobjecte bleiben etwa 5 Stunden im warmen Zimmer dem directen Sonnenlicht ausgesetzt; dann schneidet man die oberirdischen Theile der Pflanze ab und legt sie in Alkohol. Nach eingetretener Entfärbung gelangt das Material in Wasser, dem etwas Jodjodkaliumlösung oder alkoholische Jodlösung zugesetzt worden ist. Die eintretende Färbung der Blätter lässt die Stärkegegenwart in ihren Zellen erkennen, besonders, wenn die Keimlinge auf eine weisse Unterlage gebracht werden.

Verweilen junge Lepidium- oder Sinapispflanzen etwa 40 Stunden im Dunkeln, und untersucht man sie dann mit Hilfe der angegebenen Methode, so sind höchstens noch kleine Mengen von Stärke in ihren Blättern nachzuweisen.

Um die Ergebnisse der Experimente durchaus einwandsfrei zu gestalten, ist es am besten, die Töpfe mit den Keimlingen (9 Tage alte Keimlinge von Lepidium sativum) zunächst 24 bis 30 Stunden lang ins Dunkle zu setzen, in einigen Keimlingen die Abwesenheit der Stärke festzusetzen und die Töpfe dann erst 4—6 Stunden lang dem Sonnenlichte zu exponiren, um abermals die Stärkeprobe vorzunehmen.

IV. Die Unentbehrlichkeit der Mineralstoffe für die Pflanzen.

Wir cultiviren Maiskeimlinge in Sägespänen. Wenn die Keimung erfolgt ist, werden die Keimlinge gut abgespült und einige derselben mit Hilfe der Methode der Wassercultur in bekannter Art unter Benutzung einer Nährstofflösung cultivirt. Anderen Keimlingen wird dagegen statt der Nährstofflösung nur destillirtes Wasser dargeboten.

Beobachtet man die im Gewächshause aufgestellten Untersuchungsobjecte, so ergiebt sich, dass sie anfangs sich fast gleichmässig entwickeln; aber schon nach Verlauf einiger Wochen zeigt sich ein merklicher Unterschied. Die in der Nährstofflösung cultivirten Maispflanzen lassen eine kräftige Entwickelung erkennen, während diejenigen, denen nur destillirtes Wasser zur Verfügung stand, er-

heblich im Wachsthum zurückbleiben. Bei den Versuchen, die ich ausführte, war allerdings aus irgend welchen Gründen das Wurzelsystem der mit der Nährstofflösung in Berührung befindlichen Pflanze schlechter entwickelt, als dasjenige der in destillirtem Wasser cultivirten Untersuchungsobjecte. Dies ist aber nur ein zufälliger Ausnahmefall.

V. Das Vorkommen der Salpetersäure in den Pflanzen.

Will man das Vorhandensein von Salpetersäure in Pflanzen nachweisen, so cultivirt man Keimlinge von Sinapis alba. Wir säen die Samen in wohldurchfeuchtete Gartenerde aus und stellen den Topf, welcher diese enthält, unter eine Glasglocke. Wenn die oberirdischen Theile der Pflanze die Erde durchbrechen, heben wir die Glasglocke ab, weil die ziemlich dicken Blättchen in der sehr feuchten Luft sonst leicht durch Fäulniss zu Grunde gehen. Auch fernerhin ist natürlich für genügenden Feuchtigkeitsgehalt des Bodens zu sorgen, und dies geschieht, wenn man die Cultur im Zimmer ausführt, wo die Luft oft recht trocken ist, einfach in der Art, dass man den Blumentopf in eine flache, Wasser enthaltende Schale stellt. Aus den Stengelchen der Keimlinge werden Querschnitte hergestellt, die man auf einen Porzellanteller legt. Nun bringt man einen Tropfen einer Diphenylaminlösung (hergestellt durch Auflösen von 0,05 g Diphenylamin in 10 ccm reiner concentrirter Schwefelsäure) auf den Teller und schiebt die Schnitte mit einem Glasstabe in den Tropfen. Es tritt Blaufärbung der Schnitte ein, womit eben die Gegenwart der Salpetersäure constatirt ist.

VI. Die Wegsamkeit der Spaltöffnungen und Lenticellen für Gase und die Durchlässigkeit des Holzes für Luft und Wasser.

A. Wenn die Pflanze bei der Assimilation Kohlensäure oder für die Zwecke der Athmung Sauerstoff aus der Luft aufnimmt, oder wenn Gase, die in der Pflanze producirt wurden, in die Atmosphäre übertreten, so wird ein solcher Gasaustausch bei den grünen Organen (insbesondere den Laubblättern der Landpflanzen) in erster Linie durch die Spaltöffnungen vermittelt. Die Gase

treten durch die Stomata in das Gewebe ein, sie verbreiten sich in den Intercellularen und werden dann von den Zellen aufgenommen. Umgekehrt treten Gase aus den Zellen in die Intercellularen und dann durch die Spaltöffnungen in die Atmosphäre über. Um diese Wegsamkeit der Stomata und der Intercellularen für Gase nachzuweisen, experimentiren wir im Winter sehr bequem mit Blättern von Primula sinensis. Ein kleines Glas von etwa 50 ccm Inhalt wird bis zur Hälfte mit Wasser angefüllt und vermittelst eines doppelt durchbohrten Kautschukkorkes verschlossen. Die eine Bohrung des letzteren dient zur Aufnahme eines rechtwinklig gebogenen Glassohres. Durch die andere Bohrung führen wir den Stiel reine gesunden Blattes von Primula sinensis ein, so dass die Schnittfläche des Stieles in das Wasser eintaucht. Den luftdichten Verschluss zwischen Blattstiel und Kautschukkork stellt man durch eine Fettmischung her. Viele Versuche haben ergeben, dass zum Einkitten krautiger Pflanzentheile sehr zweckmässig benutzt werden kann ein durch Zusammenschmelzen von 1 Theil Schweinefett und 1 Theil Wachs gewonnenes Gemisch. Das erkaltete Fett knetet man zwischen den Fingern und stellt dann mit der Masse den luftdichten Verschluss her. Jetzt wird der horizontale Arm des erwähnten Glasrohres mittels eines kurzen Kautschukschlauches mit der Luftpumpe in Verbindung gebracht. Evacuirt man nun schwach, so sieht man aus dem in das Wasser tauchenden Blattstiel einen Blasenstrom hervortreten. Die Luft tritt durch die Spaltöffnungen in die Blattspreite ein, passirt die Intercellularen und quillt in Folge der Evacuirung aus der Schnittfläche hervor.

B. Dass die Luft der Intercellularen auch mit der Atmosphäre durch die Lenticellen communiciren kann, lehrt folgender Versuch: Ein Glasrohr von ca. 7 mm lichtem Durchmesser wird zweimal im rechten Winkel gebogen. Der eine Schenkel hat eine Länge von etwa 30 cm, der andere eine solche von 6 cm. Ueber diesen kürzeren Schenkel zieht man ein kurzes Stück Gummischlauch. In das noch freie Ende des Gummischlauches führt man ein mit Lenticellen besetztes Zweigstück von Pavia rubra ein und verkittet die in die Luft ragende Schnittfläche dieses Untersuchungsobjectes sorgfältig und luftdicht mit Siegellack. Das Stengelstück von Pavia mag eine Länge von 6 cm und einen Durchmesser von

8 mm haben. Jetzt stellen wir unsere Vorrichtung in ein grösseres, mit Wasser angefülltes Gefäss, so dass nur das obere Ende des langen Schenkels des Glasrohres aus der Flüssigkeit hervorragt. In diesen langen Schenkel giessen wir unter Zuhilfenahme eines Trichters Quecksilber ein und werden bei einem Quecksilberüberdruck von etwa 12 cm im langen Schenkel, welcher die Luft im kurzen Schenkel comprimirt, beobachten, dass aus den Lenticellen Gasblasen in dem Wasser emporsteigen. Die Gasblasen lösen sich langsam von den Lenticellen los und werden durch neue ersetzt, die dann später ebenfalls, sich vom Untersuchungsobject abtrennend, im Wasser emporsteigen.

C. Denselben Apparat benutzen wir zu folgendem Versuch, indem wir wieder in dem kürzeren Schenkel des Glasrohres ein 6 cm langes, berindetes Zweigstück von Pavia befestigen, dessen oberes Ende wir aber nicht mit Siegellack verschliessen. Stellen wir das Glasrohr in Wasser und giessen in den längeren Schenkel desselben Quecksilber ein, so wird die comprimirte Luft durch die Gefässe des Holzes hindurchgepresst und steigt in vielen Blasen im Wasser empor. Das Lumen der Holzgefässe gestattet also den Gasdurchtritt auf jeden Fall leicht.

D. Sehr interessant ist, dass verholzte Membranen dagegen ungemein schwer permeabel für Luft sind, wie folgendes Experiment ergiebt. (Sachs.)

In den Kautschukschlauch am kurzen Ende unseres Glasrohres schieben wir das eine Ende eines entrindeten Zweigstückes von Taxus baccata von 50 mm Länge und 8 mm Durchmesser ein, nachdem dieses Stück 24 Stunden lang in Wassser gelegen hat, stellen die Vorrichtung in Wasser und giessen Quecksilber in den längeren Schenkel. Bei einem von mir ausgeführten Versuche trat noch keine Spur Luft aus dem Taxuszweig hervor, als ein Quecksilberüberdruck von 25 cm in Anwendung kam.

Diese nämlichen Membranen, die so schwer durchlässig für Luft sind, lassen Wasser ungemein leicht filtriren. Wir entfernen das Quecksilber aus dem Glasrohre, füllen das letztere völlig mit Wasser an und schieben über das freie Ende des Taxusholzcylinders einen kurzen Gummischlauch, der am anderen Ende an einem geraden Glasrohre befestigt ist. Das Wasser filtrirt durch das Holz hindurch, und nach längerer Zeit füllt sich das zuletzt genannte Glasrohr mit Flüssigkeit an. Bei meinem Ver-

suche war bereits ziemlich viel Wasser im Laufe einer Stunde durch den Holzcylinder filtrirt.

Die hier zuletzt constatirten Thatsachen sind von grosser Bedeutung für den Vorgang der Wasserbewegung in der Pflanze.

VII. Negativer Gasdruck in der Pflanze.

Negativer Gasdruck in der Pflanze kann namentlich in den Gefässen des Holzes zu Stande kommen. Zu Folge starker Verdunstung der Gewächse wird das Wasser mehr oder weniger vollständig aus den Gefässen entfernt, aber an die Stelle der verschwundenen Flüssigkeit tritt keine oder sehr wenig Luft, da die verholzten Membranen zu schwer durchlässig für Gase sind.

Um die Thatsache des negativen Druckes der Gefässluft im Winter zu demonstriren, stellen wir folgenden Versuch an:

Wir säen Bohnensamen (Phaseolus multiflorus) in einen grossen, mit Erde angefüllten Blumentopf aus und cultiviren die Keimlinge im Gewächshause unter einem Zinkblechcylinder. Haben die etiolirten Keimlinge etwa eine Länge von 35 cm erreicht, so stellen wir den Blumentopf, ohne der Erde desselben fernerhin Wasser zuzuführen, 2 bis 3 Tage oder auch längere Zeit im warmen Zimmer auf. Wenn die Bohnen etwas welk geworden sind, was sich durch schlaffe Beschaffenheit der Stiele und Spreiten ihrer Primordialblätter kenntlich macht, beginnt der eigentliche Versuch.

Wir legen den Blumentopf horizontal und biegen eine Bohnenpflanze derartig, dass der mittlere Theil des unter den Primordialblättern befindlichen Stengelgliedes in eine Eosinlösung (vgl. unter XII) eintaucht. Wir schneiden den Stengel mit einer Scheere unter der Eosinlösung durch und lassen die Schnittflächen noch fernerhin 2 Minuten in der Flüssigkeit verweilen. Die makroskopische und mikroskopische Untersuchung des oberen Theiles der Pflanze und auch des Stengels, der noch mit der Wurzel in Zusammenhang steht, lehrt, dass die Eosinlösung viele Centimenter hoch in den Gefässen des Holzes emporgestiegen ist. Diese Gefässe enthielten verdünnte Luft, und nach dem Durchschneiden des Stengels wurde daher die Eosinlösung durch den Luftdruck in die Elemente des Holzes hineingepresst.

Dass das Aufsteigen der Eosinlösung in den Gefässen höchstens in beschränktem Maasse durch Capillarwirkung erklärt werden kann, lehrt folgendes Experiment. Das unter den Primordialblättern vorhandene Internodium einer isolirten, etwas angewelkten Bohnenpflanze wird in seiner Mitte, ohne den Pflanzentheil in Eosinlösung einzutauchen, durchschnitten. Der abgeschnittene Sprosstheil verweilt 2 Minuten in der Luft; dann entfernen wir von der Schnittfläche mit Hilfe eines Rasiermessers eine dünne Gewebeplatte und bringen die Schnittfläche sofort unter Eosinlösung. Die dünne Gewebeplatte wird beseitigt, um Gefässe wieder zu öffnen, die eventuell durch Gerinnsel, das sich an der Luft gebildet hatte, verstopft waren. Nachdem die Schnittfläche 2 Minuten lang in der Eosinlösung verweilt hat, finden wir durch makroskopische und mikroskopische Untersuchung, dass der Farbstoff in viel geringerer Menge in dem Untersuchungsobject vorhanden ist, als es bei Ausführung des oben erwähnten Hauptversuches der Fall war.

Allerdings kommen Fälle vor, in denen das Eosin auch in dem in Luft abgeschnittenen Spross ebensohoch emporsteigt, wie in den unter Eosinlösung durchschnittenen Pflanzen. Diese Erscheinung ist aber wohl darauf zurückzuführen, dass bei der Entfernung der dünnen Gewebeplatte die Gefässe erst geöffnet werden und nun die Eosinlösung unter dem Einfluss des Luftdrucks in diesen emporsteigt. Adler und Strasburger wiesen nämlich nach, dass die Gefässe des Holzes ab und zu von Querwänden durchsetzt werden und nicht, wie man früher meinte, ununterbrochen fortlaufende Röhren darstellen.

VIII. Wurzeldruck und Hydathodenthätigkeit.

1. Zu den Versuchen über Wurzeldruck benutzt man im Winter ausserordentlich zweckmässig kräftige, im Gewächshaus erwachsene Topfexemplare von Sanchezia nobilis. Diese zu den Acanthaceen gehörende Pflanze lässt sich leicht durch Stecklinge vermehren. Die in recht feuchtem Boden wurzelnde Pflanze wird decapitirt, d. h. man schneidet die Axe derselben dicht über dem Boden durch. Ueber den aus der Erde hervorragenden, 2 bis 3 cm langen Stengelstumpf wird ein kurzer Kautschukschlauch gezogen und in das noch freie Ende desselben ein etwa 20 cm langes Glasrohr eingeschoben, welches

man an einem in die Erde gesteckten Stabe befestigt. Mit Bindfaden oder Gummischnur kann man leicht, wenn erforderlich, einen luftdichten Verschluss zwischen Kautschukschlauch und Stengelstumpf, sowie zwischen jenem und dem Glasrohr herstellen. Der Blumentopf steht mit seiner Basis in einer Wasser enthaltenden Schale. Die Oberfläche des Bodens im Topf wird mit Stanniol bedeckt und in das Glasrohr endlich noch bis zu einer am unteren Ende desselben angebrachten Marke Wasser eingefüllt.

War der Boden, in welchem das Untersuchungsobject wurzelt, vor Beginn des Versuchs recht feucht gehalten worden, so stellt man alsbald ein Steigen der Wassersäule im Glasrohr fest. Dieses Steigen kommt durch den Wurzeldruck zu Stande, über dessen Wesen die Lehrbücher der Pflanzenphysiologie Aufschluss geben. Bei einem im Januar mit Sanchezia durchgeführten Versuche schied der Stengelstumpf 14 Tage lang Saft aus.

2. Wir säen wenige Weizenkörner in einem mit Erde gefüllten Blumentopfe aus. Die Pflanzen entwickeln sich im Dunkeln, und wenn die Plumula 1 bis 2 cm lang ist, dienen sie zu den Beobachtungen. Der in eine Wasser enthaltende Schale gestellte Topf gelangt unter eine nicht zu grosse Glasglocke. Nach einiger Zeit beobachten wir, dass sich an der Plumula kleine Tröpfchen bilden, die, mit Fliesspapier abgetupft, nach $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde an den nämlichen Stellen wieder erscheinen.

Das Wasser tritt, wie Haberlandt hervorhebt, bei jungen Gräsern aus Wasserspalten hervor. Die Hydathoden der Gräser sind aber nicht, wie diejenigen anderer Pflanzen, activ, sondern nur passiv bei der Wasserabscheidung betheiligt. Sie stellen nur die Orte geringsten Filtrationswiderstandes dar und lassen die Flüssigkeit, welche insbesondere durch den Turgor der Wurzelzellen emporgepresst wird, nach aussen austreten.

IX. Transpirationsversuche.

Bei der Ausführung von Transpirationsversuchen verfahren wir zunächst derartig, dass die Untersuchungsobjecte (abgeschnittene Sprosse) mit ihrer Basis in Wasser gelangen, mit welchem kleinere oder grössere cylindrische Glasgefässe von 200 bis 500 ccm Inhalt angefüllt sind. Auf die Oberfläche des Wassers bringen wir eine 2 bis 3 cm hohe Oelschicht und bestimmen dann das Gewicht

der ganzen Vorrichtung mittels einer Transpirationswage. (Vgl. Anleitung S. 65.) Nach Verlauf längerer Zeit wird dann abermals das Gewicht des Apparates bestimmt und auf diese einfache Weise der Transpirationsverlust der Pflanze ermittelt.

Spross von Taxus baccata, ziemlich gross; Verdunstungsverlust im warmen Zimmer (nachts sank die Temperatur allerdings erheblich) in 40 Stunden = 12 g.

Taxusspross von 48 cm Länge; Verdunstungsverlust in 5 Stunden im warmen Zimmer = $2^3/_4$ g.

Spross von Rhododendron ponticum; Verdunstungsverlust in 40 Stunden im warmen Zimmer = 10 g.

Oleanderspross, ca. 50 cm lang; Verdunstungsverlust von 3 Uhr nachmittags bis 10 Uhr morgens im Zimmer = 2 g.

Dann wurde der Spross ans Fenster gesetzt, wo er bis 4 Uhr häufiger von den Sonnenstrahlen getroffen wurde. Verdunstungsverlust in diesen 6 Stunden = 10 g.

Bohne, Spross einer im Gewächshaus cultivirten Pflanze mit 2 Primordialblättern und drei 3zähligen Blättern. Verdunstungsverlust von 3 Uhr nachmittags bis 10 Uhr morgens = $1^1/_2$ g; dann ans Fenster gestellt, theilweise besonnt bis 4 Uhr nachmittags; Verlust = 2 g.

Recht gut gelingt im Winter auch folgender Verdunstungsversuch mit Taxussprossen:

Wir verschaffen uns ein U-förmig gebogenes Glasrohr von 20 mm Breite und 12 cm Schenkellänge. Die Oeffnungen beider Schenkel werden mit durchbohrten Kautschukkorken verschlossen. Nun füllen wir das Glasrohr völlig mit Wasser von Zimmertemperatur an und führen in die Bohrung des einen Korkes die Basis eines ca. 50 cm langen Taxussprosses ein. Dieser Spross muss vor seiner Benutzung etwa 24 Stunden lang, mit seinem unteren Ende in Wasser tauchend, im Zimmer verweilt haben; denn es ergaben verschiedene Versuche, dass ein frisch abgeschnittener Taxusspross aus verschiedenen Gründen, die hier nicht näher erörtert werden sollen, zunächst eine schwächere Transpiration als später unterhält.

Durch die Bohrung des Korkes, welcher zum Verschluss des zweiten Schenkels dient, schieben wir das eine Ende eines rechtwinkelig gebogenen Glasrohres von 3 mm lichtem Durchmesser, so dass auch der horizontale Arm dieses Rohres fast völlig mit Wasser angefüllt wird. Man lässt den zusammengestellten Apparat etwa 1 Stunde

lang ruhig stehen, bestimmt dann durch Anlegung eines Millimetermaassstabes die Entfernung des Wassermeniskus im horizontalen Arm des dünnen Glasrohres vom Ende desselben und wiederholt solche Bestimmung mehrfach nach Verlauf je einer Viertelstunde. Bei 19° C Zimmertemperatur kann sich in dieser Zeit die Wassersäule um etwa 10 mm zurückziehen, weil durch die Verdunstung des Sprosses Wasser verbraucht wird. Jetzt stellen wir unseren Apparat z. B. in die Nähe eines warmen Ofens, lassen ihn dort etwa eine Stunde lang ruhig stehen und beginnen dann abermals mit den Messungen. Durch höhere Temperatur der Luft und den geringeren relativen Feuchtigkeitsgehalt derselben erfährt die Verdunstung der Pflanze eine Beschleunigung. In der That zieht sich die Wassersäule im dünnen Glasrohre jetzt auch in je $^1/_4$ Stunde erheblicher zurück, als unter den früher eingehaltenen Bedingungen.

X. Die Spaltöffnungen und die Transpiration.

Aus ausgewachsenen Blättern tritt der Wasserdampf bei der Verdunstung in allererster Linie durch die Spalten der Spaltöffnungsapparate hervor. Die cuticuläre Transpiration ist sicher minimal und namentlich bei dicker Cuticula sowie dann, wenn diese mit Wachsüberzügen versehen ist, kommt sie gar nicht in Betracht. Das Vorhandensein solcher Wachsüberzüge lässt sich leicht nachweisen, wenn man Blätter des Wintergrünkohls in Wasser taucht. Dieselben erscheinen dann mit einem Silberglanz überzogen, weil das vorhandene Wachs die Unbenetzbarkeit der Organe bedingt und die zwischen der Oberfläche der Blätter und dem Wasser vorhandene dünne Luftschicht das Licht total reflectirt. Die stomatäre Verdunstung lässt sich leicht im Winter an Pflanzen von Cyclamen constatiren. Ein Exemplar dieser Pflanze bleibt ca. 18 Stunden lang unter einer Glasglocke stehen. Jetzt schneidet man ein Blatt ab, trocknet die Oberfläche desselben, wenn sie feucht sein sollte, vorsichtig mit Fliesspapier ab und unterwirft das Blatt nach Stahl's Methode der Kobaltprobe. (Vgl. Anleitung S. 68.) Bei solchen Experimenten ergiebt sich, dass, wenn das Blatt 2 Minuten mit dem Kobaltpapier in Berührung bleibt, keine Rothfärbung desjenigen Papierstückes eintritt, welches der Blattoberfläche anliegt, während das mit der Unterseite des Blattes in Berührung befindliche Papier roth gefärbt wird.

Bleibt ein abgeschnittenes Cyclamenblatt 24 Stunden an der Luft liegen, und untersucht man das welke Object nunmehr mit Hilfe der Kobaltprobe, dann findet man, dass die Papierstücke, welche sich 2 Minuten lang mit der Blattober- und -Unterseite in Berührung befinden, ihre blaue Farbe nicht verändert haben. Die Spaltöffnungen von Cyclamen schliessen sich eben beim Welken der Blätter und lassen dann den Wasserdampf nicht mehr in erheblicher Menge austreten.

Schon der Versuch mit frischen Cyclamenblättern lehrt, dass nur auf der Unterseite derselben Spaltöffnungen vorhanden sind, während dieselben der Oberseite fehlen. Zieht man von der Unterseite und Oberseite des Blattes zarte Epidermisstreifen ab und untersucht dieselben mikroskopisch, so kann man sich auch direct von der erwähnten Thatsache überzeugen. Andre Blätter, z. B. diejenigen von Hyacinthus, haben auf beiden Seiten Spaltöffnungen, wie die mikroskopische Untersuchung abgezogener Epidermisstreifen zeigt. Man kann auch leicht die auf einer bestimmten Blattfläche vorhandene Spaltöffnungszahl ermitteln, indem man mit Hilfe eines Objectivmikrometers die Grösse des mikroskopischen Gesichtsfeldes bestimmt und die in demselben vorhandenen Spaltöffnungen des Untersuchungsobjectes, z. B. Epidermisstreifen von Hyacinthusblättern, feststellt. Die Zählungen sind mehrfach an verschiedenen Stellen des Untersuchungsobjectes zu wiederholen, um einen Mittelwert zu gewinnen.

Ein Blatt von Aspidistra elatior und ein Spross von Cyperus alternifolius bleiben, ohne mit Wasser in Berührung zu gelangen, ca. 18 Stunden an der Luft liegen. Das Aspidistrablatt erscheint nach dieser Zeit noch ganz frisch, weil die Spaltöffnungen desselben fast völlig geschlossen sind. Der Cyperusspross ist dagegen gänzlich trocken geworden, offenbar in Folge des Umstandes, dass seine Spaltöffnungen sich beim Welken der Blätter nicht schliessen und somit eine starke Verdunstung möglich ist.

Diese Versuche lassen es auch verständlich erscheinen, dass Aspidistrapflanzen, trotzdem man ihnen lange Zeit gar kein Wasser zuführt, doch nicht vertrocknen, wenn sie an schlecht beleuchteten Orten verweilen. Cyperuspflanzen gehen dagegen ausserordentlich leicht zu Grunde, wenn man einmal vergisst, sie zu begiessen. Daher ist es am besten, die Blumentöpfe, in denen Cyperus culti-

virt wird, in Untersetzer zu stellen, welche man immer mit Wasser angefüllt erhält.

Bekanntlich fördert auch Beleuchtung vielfach die Transpiration. Diese Erscheinung hat ihren Grund darin, dass von der Pflanze absorbirte Lichtstrahlen in Wärme umgesetzt werden können, und ferner wird sie durch die in Folge der Lichtwirkung bedingte Oeffnung der Stomata herbeigeführt.

Um zu zeigen, dass Beleuchtungsverhältnisse überhaupt einen Einfluss auf die Bewegungen der Spaltöffnungsapparate geltend machen, stellen wir folgenden Versuch mit Aspidistra an.

Ein im Topfe cultivirtes Exemplar dieser Pflanze bleibt zunächst in einem warmen Zimmer etwa einen Tag lang schlecht beleuchtet stehen, so dass es also nur von schwachem, diffusen Tageslicht getroffen wird. Jetzt schneiden wir das Ende eines Blattes in einer Länge von ungefähr 10 cm ab und untersuchen das Blattstück mit Hilfe der Kobaltprobe. Es ist darauf zu achten, dass die Schnittfläche des Blattes nicht mit dem Kobaltpapier in Berührung gelangt. Weder das blaue Kobaltpapier, welches sich mit der Oberseite, noch dasjenige, welches sich mit der Unterseite des Blattstückes in Berührung befindet, erfährt im Laufe von 2 Minuten eine merkliche Röthung. Nun wird die Pflanze dem directen Sonnenlicht exponirt und abermals nach Verlauf einer Stunde von einem gut beleuchtet gewesenen Blatt das obere Ende abgeschnitten. Untersucht man dieses Blattstück mit Hilfe der Kobaltprobe, so ist nach 2 Minuten eine starke Röthung desjenigen Papierstückes eingetreten, welches der Blattunterseite anlag, während die Blattoberseite die Färbung des Papieres kaum verändert hat. Setzt man das Untersuchungsobject jetzt abermals ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen aus, dann schliessen sich die Spaltöffnungen wieder, und die Kobaltprobe ergiebt ein negatives Resultat.

Der Versuch kann auch in folgender Form durchgeführt werden: Von einem schlecht beleuchtet gewesenen Aspidistraexemplar wird ein ganzes Blatt abgeschnitten und die Spitze desselben, ohne sie abzuschneiden, zwischen Kobaltpapier gelegt. Röthung desselben erfolgt nicht. Nun stellen wir das Blatt mit seinem Stiel in Wasser und setzen es ein bis zwei Stunden dem directen Sonnenlichte aus. Abermalige Untersuchung der Blattspitze mit

Kobaltpapier ergiebt alsbald eine starke Röthung des mit der Blattunterseite in Berührung gewesenen Papierstückes.

XI. Die saugende Wirkung der Transpiration.

Indem die Blätter verdunsten, wird eine Wasserströmung in der Pflanze angeregt, und es werden die Wurzeln schliesslich zu neuer Wasseraufnahme aus dem Boden veranlasst. Zur Feststellung der ursächlichen Beziehungen zwischen Verdunstung und Wasserströmung im Stamme dienen folgende Versuche: Zwei Ilexsprosse a und b mit etwa 12 Blättern, die zunächst einige Zeit lang in Wasser gestanden haben, werden mit ihrer Basis in Gefässe gestellt, die Eosinlösung enthalten. a bleibt frei stehen, b gelangt nebst einer Wasser enthaltenden Schale unter eine Glasglocke, deren innere Wand mit Wasser benetzt worden ist. Nach 17 Stunden ist das Eosin in den Nerven der obersten Blätter von a leicht nachzuweisen, ebenso in der ganzen Axe des Sprosses. In den Spross b, der kaum verdunsten konnte, ist die Eosinlösung nur bis zu geringer Höhe emporgestiegen. Die oberen Theile desselben sind keine Spur gefärbt.

Ein grosser Spross von Taxus baccata von ca. 70 cm Länge wird abgeschnitten und über die Basis der Sprossaxe ein kurzer Kautschukschlauch gezogen. In das noch offene Ende des Kautschukrohres führt man eine Glasröhre von 39 cm Länge und 7 mm lichtem Durchmesser ein. Jetzt füllt man das Glasrohr völlig mit Wasser an, verschliesst das offene Ende desselben mit dem Finger, taucht es unter Quecksilber, mit welchem ein Glas angefüllt ist, und befestigt die Vorrichtung mit dem nach aufwärts gerichteten Taxusspross an einem geeigneten Stativ. Bei einem Versuche, der am 22. December durchgeführt wurde, war das Quecksilber im Glasrohre, trotzdem der Spross nicht vom directen Sonnenlicht getroffen wurde, bereits nach Verlauf einer Stunde ca. 2 cm emporgestiegen. Die Hebung des Quecksilbers dauerte noch fort, indem der Taxuszweig in Folge seiner Verdunstung das im Glasrohre vorhandene Wasser mehr und mehr aufsog. 2 Stunden nach Beginn des Versuchs stand das Quecksilber im Steigrohr z. B. fast 8 cm hoch, und 20 Stunden nach Beginn des Versuchs hatte es 30 cm Höhe erreicht.

XII. Das Holz als wasserleitendes Gewebe.

Das dem Boden durch die Wurzeln entnommene und sich nach aufwärts bewegende Wasser wird, wie man schon lange weiss, im Holztheil der Gefässbündel transportirt. Zur Feststellung dieser Thatsache kann man in einem Spross aufsteigende Farbstofflösungen benutzen, wenngleich die gewonnenen Resultate mit Vorsicht zu deuten sind. Wir lösen Eosin in destillirtem Wasser auf. Die Lösung wird so concentrirt gewählt, dass sie in 10 cm dicker Schicht noch durchscheinend ist.

Ein kleines Glas wird mit Eosinlösung gefüllt und in dieselbe die Basis eines 30 cm langen Sprosses von Rhododendron ponticum (diese Pflanze hält in Jena im Freien aus) eingestellt. Es ist nothwendig, den Pflanzentheil (ebenso die anderen, mit denen hier experimentirt werden soll), bevor sie mit der Farbstofflösung in Berührung gelangen, vorher einige Zeit (einige Stunden) mit der Basis in Wasser zu stellen.

Ebenso stellen wir in die Lösung das untere Ende einer Bohnenpflanze ein, die im Winter im Warmhause cultivirt und dicht über dem Boden abgeschnitten worden war. Die benutzte Bohnenpflanze hatte bereits zwei grosse Primordialblätter und ein dreizähliges Blatt entwickelt. Nach $^1/_2$ Stunde schneidet man eines der Bohnenblättchen, nach 4 Stunden ein Blatt von Rhododendron ab, hält dieselben gegen das Licht und wird finden, dass die Nerven im Gegensatz zum Mesophyll schön roth gefärbt sind. Besonders hübsch hebt sich das rothe Nervennetz vom Mesophyll ab, wenn man Blattstücke auf einen Objectträger legt und bei schwacher mikroskopischer Vergrösserung betrachtet. Durchschneidet man die Axe des Rhododendronsprosses, so lässt sich leicht constatiren, dass nur dessen Holzkörper roth gefärbt ist. Das Wasser, welches im Versuch das Eosin mit fortführt, wird also nur im Holz geleitet.

Lässt man die Bohnenpflanze längere Zeit mit der Eosinlösung in Berührung, dann verbreitet sich der Farbstoff allerdings auch von den Nerven der Blätter in das zarte Mesophyll, dessen Zellen dadurch getötet werden und sich roth färben.

Ein Ilexspross mit 12 Blättern wird mit der Basis in die Eosinlösung getaucht. Nach 12 bis 17 Stunden wird die Axe im mittleren Theile des Sprosses durch-

schnitten. Rinde und Mark erscheinen ungefärbt, das Holz dagegen roth. Stellt man durch den Mittelnerv eines Ilexblattes unseres Sprosses einen zarten Querschnitt her, so überzeugt man sich leicht bei mikroskopischer Untersuchung, dass besonders das Holz des Gefässbündels des Nerven roth gefärbt ist; Epidermis, Mesophyll des Blattes und Grundgewebe des Mittelnerven führen keinen Farbstoff.

Recht instructiv ist auch folgender Versuch: Maiskeimlinge werden im Dunkeln so lange cultivirt, bis sie 2 Laubblätter entwickelt haben. Nun schneidet man die Untersuchungsobjecte dicht über dem Boden ab und stellt sie mit ihrem unteren Ende in Eosinlösung. Nach Verlauf einer Stunde sieht man die nahezu parallel im Blatt verlaufenden Nerven roth gefärbt, während das Mesophyll noch gelb erscheint. Nur an der Basis der Blätter ist der Farbstoff auch bereits in das Mesophyll übergetreten.

Zur Feststellung der Geschwindigkeit, mit der sich das Wasser im Holz bewegt, diente folgender Versuch:

Eine 60 cm lange Bohnenpflanze, die sich, in der Erde eines Blumentopfes wurzelnd, im Warmhause entwickelt hatte, wurde in einen wohltemperirten Raum gestellt, in welchem die Luft aber nicht übermässig wasserdampfreich war. Der Stengel der Bohne wurde, ohne ihn von seiner Stütze abzuwickeln, dicht über dem Boden abgeschnitten und mit seiner Basis in Wasser gestellt. Eventuell im Innern der Pflanze vorhandener negativer Gasdruck konnte sich somit ausgleichen. Nach Verlauf einer halben Stunde wurde die Stengelbasis schnell in Eosinlösung übertragen. Eine Stunde später liess sich das Vorhandensein von Eosin im unteren Theile der Pflanze makroskopisch nachweisen. Auf mikroskopischem Wege konnte constatirt werden, dass die Eosinlösung zu einer Höhe von ca. 40 cm im Stengel emporgestiegen war. Bei der Untersuchung zarter Querschnitte, die dem Stengel in bezeichneter Höhe entnommen wurden, erwies sich der Holzteil der Gefässbündel nämlich roth gefärbt. Die Eosinlösung eignet sich zu Untersuchungen über die Geschwindigkeit der Wasserbewegung in den Pflanzen, wie Strasburger ermittelte, besonders gut; denn Körper, die sich mit der Lösung imbibiren, rufen nur in beschränktem Grade eine Trennung des Farbstoffes vom Wasser hervor, so dass also der Nachweis des Farbstoffs

zugleich fast genau angiebt, bis zu welcher Höhe das Wasser gestiegen ist.

Wenn man einen 1—2 cm breiten Streifen trockenen Fliesspapieres mit der Basis in Eosinlösung eintaucht und das andere Ende des senkrecht emporgerichteten Streifens irgendwie mit einer Nadel befestigt, dann findet man nach Verlauf einer Viertelstunde, dass die Eosinlösung bis zu bedeutender Höhe im Streifen emporgesogen worden ist. Das Papier erscheint tief roth gefärbt; nur da, wo die Färbung aufhört, ist eine schmale Zone vorhanden, die hellrosa erscheint. Verwendet man manche andere Farbstoffe zu diesem Versuche, so ergiebt sich, wie Sachs betont, dass sich über der gefärbten Zone des Papieres eine oft recht breite Zone befindet, die keinen Farbstoff, sondern nur Wasser aufgenommen hat.

XIII. Zerstörung der Molecularstructur des Protoplasmas.

Die im Saft der Zellen gelösten Stoffe (Pflanzensäuren, Zucker etc.) können das normale lebensthätige Protoplasma vielfach nicht durchwandern. Dagegen passiren sie das getötete Plasma, dessen Molecularstructur vollkommen verändert ist, sehr leicht. Dieser Satz ist zur richtigen Deutung der folgenden Experimente mit Blattstücken von Begonia manicata, einer Pflanze, die man leicht cultiviren kann, zu beachten.

Blattstücke der genannten Pflanze werden in destillirtes Wasser von 30° C. gebracht. Die Blattstücke bleiben lange Zeit in der Flüssigkeit schön grün gefärbt. Wirft man dagegen Blattstücke der Begonia in Wasser von 55 bis 60°, so färben sie sich sehr schnell braun. (Es sind besondere Experimente anzustellen, um die Temperatur des Wassers zu ermitteln, bei welcher die Bräunung in bestimmter Zeit erfolgt.)

Wir legen in eine flache Glasschale ein Blattstück von Begonia manicata. Ausserdem stellen wir in die Schale ein zweites Schälchen, welches Chloroform enthält, und bedecken die Vorrichtung mit einer kleinen Glasglocke. Alsbald färbt sich das Blattstück braun. Die Verfärbung des Untersuchungsobjectes durch heisses Wasser oder durch Chloroform kommt zu Stande, indem das Protoplasma der Zellen getötet wird. Die Säure des Zellsaftes dringt nun leicht in das Plasma ein, wirkt auf die

Chlorophyllkörper und zerstört den grünen Farbstoff derselben. Diese Verfärbung des Chlorophylls ruft die Bräunung der Untersuchungsobjecte hervor, welche also als Reagenz dienen kann, um das Absterben des Plasmas festzustellen.

XIV. Dehnbarkeit, Turgor, Plasmolyse und Gewebespannung der Pflanzentheile.

Es werden Tropaeolumpflanzen bei Lichtzutritt cultivirt. Die Blattstiele entwickeln sich im Winter zu bedeutender Länge. Ein etwa 80 mm langer Blattstiel wird abgeschnitten, auf einen Millimetermaassstab gelegt und mit 2 Tuschemarken versehen, die man in einer Entfernung von 50 oder 60 mm aufträgt. Der Blattstiel wird jetzt vorsichtig auf dem Millimetermaassstab gedehnt. Die Entfernung der Tuschemarken wird dabei um 2 bis 3 mm vergrössert. Hört die Dehnung auf, so zieht sich der markirte Theil des Untersuchungsobjectes nicht wieder genau auf 50 oder 60 mm zusammen, sondern seine Länge bleibt etwas grösser. Der Pflanzentheil ist also thatsächlich dehnbar und zugleich nicht vollkommen elastisch.

Tradescantia discolor, die man im Gewächshause cultivirt, steht zu jeder Jahreszeit zur Verfügung. Von der Mittelrippe der rothgefärbten Unterseite des Blattes wird ein Epidermisstreifen abgezogen. Die mikroskopische Untersuchung lässt die mit rothem Saft erfüllten Zellen erkennen. Jetzt lassen wir zu dem Präparat langsam concentrirte Zuckerlösung treten. Das Protoplasma zieht sich von der Zellwand zurück, und deutliche Plasmolyse der Zellen macht sich geltend.

Aus Blattstielen von Tropaeolum, die im Licht cultivirt worden sind, werden genau 100 mm lange Stücke hergestellt, um dieselben in eine 10procentige Chlorkaliumlösung zu legen. Nach Verlauf einer Stunde haben die Pflanzentheile nur noch eine Länge von etwa 97 mm, und nach 24 Stunden eine solche von 96 mm. Sie sind vollkommen schlaff und durch die Wasserentziehung in den plasmolytischen Zustand versetzt worden.

In Folge starken Turgors oder auch des häufig damit Hand in Hand gehenden lebhaften Wachsthums wohnt den centralen Geweben eines Stengels oder Blattstiels das Bestreben inne, die peripherischen Gewebe der Pflanzentheile mehr oder minder stark zu dehnen, während diese

andererseits in Folge ihrer Elasticität jene centralen Theile zu comprimiren suchen. Auf solche Art kommt in den Stengeln oder Blattstielen die Längsspannung der Gewebe zu Stande. Das Vorhandensein derselben kann man leicht an Begoniablattstielen nachweisen. Wir ziehen von der Oberfläche eines solchen Blattstieles einen dünnen Gewebestreifen ab. Der letztere besitzt z. B. 117 mm Länge, während der Blattstiel noch 118 mm lang ist. Im unversehrten Organ muss also das peripherische Gewebe gedehnt worden sein. Es konnte seine volle Elasticität, die es nach dem Isolieren zeigt, nicht zur Geltung bringen.

In älteren Pflanzentheilen, namentlich in solchen mit starker Holzentwickelung, tritt an Stelle der Längsspannung die Querspannung. Von dem Vorhandensein derselben kann man sich leicht überzeugen, wenn man mit Prunus insititia experimentirt. Etwa 5 mm hohe Querscheiben aus einem Aste dieser Pflanze finden Verwendung. Der Umfang derselben, den man mit einem mit Millimetertheilung versehenen Papierstreifen misst, möge 106 mm betragen. Man trennt durch einen senkrechten, radialen Schnitt die Continuität der peripherischen Gewebe und schält dann die ganze Rinde vom Untersuchungsobject ab. Der isolirte Rindenring wird nun unter Vermeidung jeder Dehnung in seine natürliche Lage zurückgebracht. Seine Schnittflächen schliessen nun aber nicht mehr zusammen, sondern sie zeigen einen Abstand von vielleicht 4 bis 5 mm. Daraus geht hervor, dass die Rinde im unversehrten Pflanzentheil vom quellenden Holz stark gedehnt werden muss. Sie sucht sich allerdings auch elastisch zusammenzuziehen und übt so einen Gegendruck auf das Holz aus; indessen ihre volle Elasticität gewinnt sie erst nach dem Isoliren.

XV. Ueber Reizbewegungen der Pflanzen.

In diesem Abschnitt wird es sich wesentlich nur darum handeln, die Cultur einiger Pflanzen zu besprechen, welche sich im Winter zu Experimenten über Reizbewegungen eignen. Ueber die Ausführung der Versuche selbst vergleiche man meine „Anleitung“ und Detmer's pflanzenphysiologisches Prakticum, 2. Auflage. Bezüglich der Ursachen der festzustellenden Erscheinungen sind die Lehrbücher der Pflanzenphysiologie nachzusehen.

[illegible]

[illegible] Tage wieder [illegible]

3. Schlafbewegungen der Blätter. Zu den Versuchen über Schlafbewegungen der Blätter eignen sich [illegible] im Zimmer kultivierte Pflanzen von Acacia lophanta. Ich beobachtete ein etwa 1 m hohes Exemplar dieser Pflanze. Mitte September legten sich die Blättchen der jungen Fiederblätter abends zwischen 6 und 7 Uhr zusammen, um sich morgens zwischen 6 und 7 Uhr auszubreiten. Mitte December nahmen die Blättchen zwischen 4 und 5 Uhr abends die Schlafstellung ein, um sich morgens zwischen 8 und 9 zu öffnen. Mitte Februar schlossen sich die Fiederblättchen abends zwischen 5 und 6 Uhr und breiteten sich morgens zwischen 6 und 8 Uhr wieder aus.

Wurde die Akazie am Tage in einen dunkeln Schrank gestellt, so schlossen sich die Blättchen in wenigen Stunden. Oeffnungsbewegungen der Blättchen erfolgten aber wieder, wenn das Untersuchungsobject ans Licht kam. Einmal verblieb die Akazie nicht nur eine Nacht, sondern auch einen Theil des folgenden Tages im Dunkeln. Trotzdem aber führten die Blättchen am Tage die bekannten interessanten Nachwirkungsbewegungen aus, indem sie sich zur Tageszeit im Dunkeln öffneten.

4. Beobachtungen an Mimosa. Gegen Mitte November wurden Samen von Mimosa pudica ausgesäet. Die Culturgefässe standen theils im Warmhause, theils in einem warmen Zimmer. In diesem letzeren befanden sie sich unter einer Glasglocke, die, um genügende Luftcirculation nicht auszuschliessen, auf drei Holzklötzchen ruhte. Für hinreichenden Feuchtigkeitsgehalt der Luft unter der Glasglocke war ausserdem Sorge getragen. Nach 8 bis 14 Tagen traten die Keimlinge über die Erdoberfläche empor. Ihre Cotyledonen erschienen am Tage horizontal ausgebreitet; nachts waren sie senkrecht gestellt und schlossen zusammen. Wir haben es also auch hier wieder mit einer Schlafbewegung zu thun. Mitte December hatte sich an den Pflanzen das erste gefiederte Blatt entwickelt, welches für Berührungsreiz recht empfindlich war. Es wurde der Boden eines Gascylinders von 32 cm Höhe und 15 cm Durchmesser mit einer ziemlich hohen Schicht warmen Wassers bedeckt. In dem Wasser steht ein die Oberfläche der Flüssigkeit überragendes Glasgefäss, welches nur dazu dient, die Töpfe mit den Mimosapflanzen zu tragen.

Zum Verschluss der Oeffnung des Cylinders dient eine Pappplatte, durch welche ein Thermometer geschoben ist, um die Temperatur der Luft im Apparat zu messen. Die aus dem Gewächshaus entnommenen Untersuchungsobjecte blieben im Zimmer einige Zeit, dem Licht ausgesetzt, im Cylinder stehen. Wir können dann Versuche über die Reizbarkeit der Blätter anstellen. In Folge eines Berührungsreizes legen sich die Blättchen zusammen, und der Hauptblattstiel senkt sich.

Ueber andere Versuche mit Mimosa und über die Ursachen der beobachteten Erscheinungen sind die Lehrbücher der Pflanzenphysiologie zu vergleichen.

Ein sehr gutes Object zum Studium der Reizbewegungen von Mimosa im Winter stellt auch Mimosa Spegazzini Pizotta, die aus Argentinien stammt, dar. Die Pflanze ist

strauchartig und kann in Blumentöpfen im Warmhause cultivirt werden. In Folge eines Reizes legen sich auch die Blättchen dieser Mimose zusammen, und die Hauptblattstiele senken sich.

5. Bewegungen der Perigonblätter. Es ist bekannt, dass die Perigonblätter mancher Blüthen in Folge von Temperaturschwankungen Oeffnungs- und Schliessbewegungen ausführen. Steht eine blühende Tulpe im warmen Zimmer, so erscheinen ihre Perigonblätter völlig ausgebreitet. Bringt man die Pflanze nun in einen Raum, in welchem eine Temperatur von 8° C. herrscht, dann schliessen sich die Blüthen nach längerer Zeit. Wird das Untersuchungsobject nun wieder in einem Zimmer einer Temperatur von 16 bis 17° C. ausgesetzt, so erscheint die Blüthe bereits nach $^1/_2$ Stunde wieder geöffnet.



Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche
naturwissenschaftliche Abhandlungen.
Heft 20.

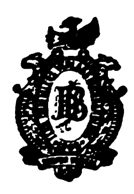
Die

naturwissenschaftliche Culturlehre.

Von

L. Frobenius.

Sonder-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift"
Redaction: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1899.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Einleitung.

Nachdem die Völkerkunde sich allmählich von einer absolut dilettantischen Spielerei zu einer wirklichen Wissenschaft auszubilden angefangen hatte, stellte sich sogleich die eine bedeutende Schwierigkeit ein, die sich immer vergrössernd, jeder Untersuchung Widerstand und zwar unüberwindbaren Widerstand leistend, zu dem bösen Krebsschaden ausbildete, der ihrer Weiterentwickelung mehr als je heute eine Grenze setzt. Es ist die grosse Schwierigkeit des Nachweises der Verwandtschaft. Eine altbekannte Eigenschaft der Menschen und des menschlichen Culturbesitzes ist die Einförmigkeit, wenigstens eine gewisse Einförmigkeit. Bogen und Schilde, oft ganz oder fast gleiche Formen treten uns auf allen Seiten der bewohnten Erde entgegen. Und ähnlich verhält es sich mit den Schädelformen. — Wenn wir nun eine Entwickelungsgeschichte der Menschheit und des menschlichen Culturbesitzes, — und das muss doch unser Ziel sein, — geben wollen, so bedürfen wir unbedingt einer Methode, die uns selbst in dieserEinförmigkeit ermöglicht, Entwickelungsgänge klarzustellen.

Die Durchführung einer für diesen Zweck ausgearbeiteten Methode ist mir, wie es scheint, gelungen. In dem Werke: „Der Ursprung der afrikanischen Culturen“, ist dieselbe niedergelegt und zur Anwendung gebracht für Afrika. Diese Methode entspringt der Auffassung der Culturgüter als sich forterbender, oder fortpflanzender, wachsender und vergehender, also lebendiger Elemente. Es ist folglich nichts Anderes als die Anwendung der Descendenztheorie, wie ich sie von Darwin und seinen Lehrern und Schülern gelernt habe. Die ersten Keime zu dieser Methode bot mir aber Prof. Ratzel's Abhandlung über die afrikanischen Bogen. So entstand denn die

naturwissenschaftliche Culturlehre. — Sehr interessant war die Wirkung dieses Buches. Die naturwissenschaftlichen Blätter begrüssten die Sache mit Freude, die geographischen und ethnologischen äusserten aber eine weitgehende Skepsis. Der Grund für die theilweise Ablehnung durch die Völkerkunde ist ein doppelter. Erstens nämlich sind die Ethnologen absolut nicht geschult in der descendentalen Auffassungsweise und können den entsprechenden Gedankengängen dieser Beweisführungen um so weniger folgen, als einige von ihnen nie ernstlich sich in das Wesen des in Frage kommenden materiellen Culturbesitzes vertieft haben, da sie der psychologischen Seite der Wissenschaft ihre Kraft gewidmet haben (z. B. Achelis und Vierkandt), und zweitens habe ich selbst mich derart in diese Auffassungs- und Anschauungsweise vertieft, dass ich mit zuvielen Prämissen, die an sich selbstverständlich sind, gearbeitet und ausserdem die wichtigen Sätze zu weit in dem Buche verstreut habe. — So haben denn die Naturwissenschaftler die Sache leicht erfassen können, während — und ich bekenne gern, dass ich zum Theil selbst Schuld daran bin, — die Ethnologen den Werth dieser neuen Lehre nicht aufnehmen konnten. Immerhin haben einige der bedächtigeren Collegen der Sache doch einen grösseren Werth beigelegt und einem Theile der Ergebnisse ihren Beifall gezollt. Ich erwähne z. B. den Aufsatz, den H. Schurtz in „Petermann's Mittheilungen" veröffentlicht hat.

Demnach halte ich es für meine Pflicht, das ganze System meiner Auffassung und Lehre nochmals zusammen zufassen und vorzulegen, wobei ich mich bemühen werde, möglichst klar und deutlich alles zum Ausdruck zu bringen.

Leipzig-Gohlis, März 1899.

L. Frobenius.

Stoff und Ziel der Culturlehre.

1. Culturanfang, Culturmomente. — Zuvörderst: Was Cultur sei? Die Ausnutzung, Nutzniessung, Verwendung der von der Natur gebotenen Kräfte und Stoffe, und zwar in einer von der Natur höchstens indirect vorgezeichneten Weise. Das ist noch zu begrenzen. Nämlich wenn der gesättigte Hund einen Theil der Beute vor den Genossen im Busche verbirgt als Atzung für kommende Tage, so ist das kaum als Cultur zu bezeichnen. Wenn aber der Hamster sich unter der Erde einen Wintervorrath zusammenträgt, so ist das Culturmoment schon erfassbar. Denn der Hamster thut dies jeden Winter und begründet auf solchem Vorgange seine Existenzmöglichkeit. Der Hund verfährt aber nur gelegentlich derart. Der Quell dieser Culturmomente liegt zwischen beiden Erscheinungen und der Unterschied beider Formen in der hier vorherrschenden, dort nicht nachweisbaren Regel- und Gesetzmässigkeit. Vater Hamster machte es jedes Jahr so, Sohn Hamster macht's jedes Jahr so, der Enkel wird so verfahren, der Grossvater übernahm es vom Urgrossvater, — das ist gesetzmässig. Nicht so die Handlung des Hundes, die gelegentlich, zufällig, selten ist. — Die zweite wichtige Eigenschaft der Erscheinung liegt in der Abhängigkeit des Trägers von seinem Culturmoment. Im Kampfe um das Dasein enstand dasselbe. Nun ist aber die Existenz des Hamsters bedingt durch das Culturmoment. Ohne den Wintervorrath geht das Thier zu Grunde. Also beherrscht das Culturmoment seinen Träger, den braven Hamster. — Ich lasse es bei diesem bewenden (andersartige Beispiele und Belege für meine Sätze finden sich bei Darwin: „Der Ursprung des Menschen“, Bd. II) und stellte nur fest, dass wir schon in der Thierwelt charakteristische Culturmomente nachweisen können, als deren wesentliche Merkmale zu vermerken sind 1) dass sie gesetzmässige Erscheinungen, 2) dass ihre Träger von ihnen abhängig sind.

2. Abgrenzung des Stoffes. — Eine derartige Erscheinung bedingt Vorbetrachtung nach zwei Seiten. Denn wohl steht fest, dass der Hamster der die Culturleistung Ausführende ist, nicht aber wie dieselbe selbst entstand. Das Culturmoment entstand in dem Kampfe ums Dasein. Und da ist zu berücksichtigen, dass die Anregung wie der Zwang (Kampf um das Dasein) von aussen wirkten, dass aber der Wille zu der Handlung, und das ist nichts Anderes als der Selbsterhaltungstrieb, im Innern des Hamsters lebe. Letzteren zu durchforschen ist Sache des Psychologen. Die äussere Einwirkung muss man aber mit der Veränderung der klimatischen Verhältnisse in Zusammenhang zu bringen suchen, und damit ist das Problem vor die Specialjury eines anderen Wissenschaftszweiges gebracht. Uns aber bleibt das Culturelement selbst in seiner Geschichte der Weiterentwickelung, wenn es nämlich eine solche besitzt, zu beobachten übrig. — Die Ueberlegung zeigt nur, wie wir die Culturlehre nach zwei oder mehr Seiten abzugrenzen haben. Indem wir die Culturformen, die einfachen Culturmomente oder die ganzen Culturcomplexe beobachten, bleiben wir klar, dass die zwei Factoren des äusseren Zwanges und des inneren Triebes Prämissen sind, ohne die eine Culturerscheinung nicht denkbar ist. Diese Prämissen sind Thatsachen, deren Controlle wir anderen Wissenschaften überlassen müssen.

3. Culturmomente und Culturformen. — Die thierischen Culturmomente und die menschliche Cultur — dazwischen liegt ein enormer Unterschied. Die ersteren sind sporadisch in jedem Sinne, was wir schon damit andeuten, dass wir von Culturmomenten reden. Es lässt sich weder beobachten, dass sie sich ausbilden, noch dass ihrer mehrere unbedingt zusammengehören. Die menschlichen Culturen sind dagegen, wenn wir sie vom Standpunkte der thierischen Cultur aus ins Auge fassen, — erstens und vor allen Dingen complicirte Gebilde, deren immer mehrere zusammengehören und ohne diese Genossenschaft nicht lebensfähig sind, die weiterhin, wo wir sie auch sehen oder beobachten, Entwickelung und Umbildung zeigen. Weiterhin werden wir zugeben müssen, dass die menschliche Cultur nicht anders entstanden sein kann, denn als Entwickelungsproduct, dessen einzelne Factoren Erscheinungen aus dem Bereiche der thierischen Culturmomente sind. Oder auch — und mit dieser Analogie treten wir dem leitenden Gesichtspunkte näher, — oder

auch wir müssen die thierischen Culturmomente als lebende Zellen — also noch nicht einmal Infusorien — bezeichnen, die menschlichen Culturen aber als entwickelte Thiere, ausgebildete Organismen, die mit allem organischen Apparat ausgerüstet sind und vor allem auch mit einem ausgezeichneten Fortpflanzungsvermögen.

4. Allgemeines über die Cultur. — Es ist ganz schicklich, dass, ehe ich eine vollendete Erscheinung des Näheren in das Auge fasse, ich mich vergewissere, aus welchem Bereiche sie stammt. Beschreibe ich den Elephant, so beginne ich: „Der Elephant ist ein Säugethier", und eine Schilderung einer Culturform mag füglich anfangen: „Eine Culturform ist ein Lebewesen." Und dann schildere ich eingehender, ziehe meine Kreise immer enger, bis ich ein klares Bild habe. Also eine menschliche Cultur ist ein Lebewesen, das ohne den Menschen nicht denkbar ist, wenn auch der ohne es. Es ist ein Parasit, der mit seinem Träger so eng verwachsen ist, dass er denselben nicht meiden kann, auch nie meiden konnte, während der Mensch ohne den Culturparasiten heute nicht mehr denkbar ist, wohl aber einst ohne ihn existirt haben muss. — Das Beispiel gefällt mir aber nicht; ich wende mich zu einem anderen, einem tieferen, ich vergleiche die menschliche Cultur mit dem Menschen selbst. Wie der Mensch zur Existenz der Luft und Nahrung bedarf, so die Cultur des menschlichen Geistes als ihrer Atmosphäre und des menschlichen Händewerkes als ihres Entwickelungsstoffes. — Aber Beispiele sind mir überhaupt nicht lieb; ich brauche sie nur zur Einführung. Mit Beispielen kann man nur das Verständniss erwecken, nicht aber beschreiben. Im ersten Sinne wurden sie hier angebracht.

5. Materieller und geistiger Culturbesitz. — Ich sprach bis jetzt von der Cultur im Allgemeinen, im Ganzen. Und die Cultur eines Volkes oder vielmehr eine Cultur (über Culturformen siehe weiter hinten) ist ein Ganzes. Es ist ein sehr kunstvoll construirtes Ganzes. Man unterscheidet an diesem im Allgemeinen materielle und geistige Cultur. Das ist plump, man muss es aber zunächst gelten lassen. Wirklich umgrenzen kann man eigentlich nur den materiellen Theil, der alles umfasst, was der Mensch schafft, also alle Geräthe, Waffen, Boote, Hütten etc. Zur geistigen Cultur ist Staatengebilde, Familienorganisation, Weltanschauung mit Inbegriff von Religion und Wissenschaft, Kunst, Recht etc. zu rechnen. Es lässt sich aber nicht eine eigentliche Trennung zwischen

materieller und geistiger Cultur durchführen. Sie gehören zusammen, bilden in ihrer vollkommenen Verquickung eben ein vollkommenes Ganzes. — Man darf nie vergessen, dass eine Cultur ja kein Thier ist, wenn auch ein lebender Organismus.

6. Die organische Natur des materiellen Culturbesitzes. — Und doch ist der materielle Culturbesitz absolut und durchaus vergleichbar dem Knochengerüst der Thiere. Denn an ihm lassen sich alle Vorgänge der culturellen Entwickelung bis in die Details hinein verfolgen. Ich werde zu zeigen haben, wie weit die Analogie reicht. Aus diesem Material sprechen Thatsachen und Beweise, an denen keine klarsehende Vernunft rütteln kann. Darum kann dies Material als Basis für die ganze Culturlehre dienen, meiner descendentalen Culturlehre, wie das Knochengerüst der Thiere zunächst der descendentalen Zoologie das Beweismaterial geliefert hat. Ich werde darzulegen haben, welches in diesem Sinne die Vortheile der Culturlehre und welches die der Zoologie sind. — Die geistige Cultur ist zunächst nicht in diesem Sinne gut verwendbar, denn mangelnde Kenntniss auf der einen und das Fehlen conkreter Formen auf der andern Seite hindern hier bedeutend. Aber es lässt sich in vielen Fällen die Analogie zur Entwickelung der materiellen Cultur nachweisen und insofern manche Lücke der Entwickelungsgeschichte ausfüllen, manche klarere und vertiefte Erkenntniss zeitigen. Ich werde hierauf zurückzukommen haben. Nunmehr kann ich wohl auf die ersten und wichtigeren Ergebnisse meiner Forschung über den materiellen Culturbesitz eingehen.

7. Die Ziele der Culturlehre. — Wohin wollen wir denn mit dieser Forschung? Welches sind denn unsere Ziele? — Ich muss betonen, dass gerade im Streite um diese Frage die tiefsinnigeren meiner verehrten Referenten mit ihren Pfeilen am weitesten an mir vorbeigeschossen haben. — Mein Ziel ist zunächst und vor allem die „Kenntniss der Arten“ oder Culturformen und ihrer Entwickelungsgeschichte. Soweit diese Culturformen noch activ und lebendig sind, wird sich dies Ziel ohne Weiteres erreichen lassen. Ob auch hinsichtlich der abgestorbenen, nur noch in elenden Stein-, Holz- oder Topfträmmern erhaltenen, weiss ich noch nicht, glaube es aber, da wir je weiter wir zurückkommen, desto geringere Variabilität und einfachere weit verbreitete Culturformen antreffen. — Wenn so die Entwickelung der Culturformen bis auf wenige Ur-

formen zurückgeführt werden kann, — wenn die Entwickelungsgeschichte von diesen Urformen bis auf alle erreichten, äussersten Entwickelungstypen nachgewiesen werden kann, — wenn wir also einen Stammbaum der Culturformen gewonnen haben, — dann ist mein erstes Ziel, und es besteht für mich kein Zweifel, dass wir dort anlangen werden, das erreichbare Ziel erreicht. Wenn wir soweit gelangt sind, dann entrollt sich vor uns das grossartigste aller Entwickelungsbilder, dann können wir der Entwickelungsgeschichte der anorganischen Stoffe und der organischen Lebewesen die dritte der Cultur anreihen, für uns die interessanteste, weil wir die Träger dieser Gebilde sind. — Das zweite Ziel geht uns hier wenig an, auch wird meine Thätigkeit wenig zur Erreichung desselben beitragen. Es handelt sich nämlich um die Frage, ob wir denn nicht sehr fehlen, wenn wir mit unangenehmem Dünkel auf uns als die Schöpfer grossartiger Culturgüter schauen, statt mit Erstaunen auf die herrschende Kraft der uns lenkenden und umbildenden Cultur. Wenn es aber gelingen sollte, uns selbst die Ueberzeugung und das Bewusstsein beizubringen, dass wir nichts Anderes als recht eingebildete Sklaven dieser Cultur sind, dann ist auch das zweite, grössere Ziel, nämlich eine geklärte und richtigere Auffassung unserer Selbst und unserer Werke errungen.

8. Die Eintheilung der Culturlehre. — Betrachten wir oberflächlich die Gestaltung der Culturen eines Erdtheiles, so bemerken wir grosse Gruppen der Zusammengehörigkeit, so zum Beispiel in Afrika die westafrikanischen Culturen, in Oceanien die indonesische, in Europa die italienische. Das sind die ethnologischen Provinzen, wie Bastian sie genannt hat. Die Feststellung dieser Gruppen der Zusammengehörigkeit ist Sache der Culturmorphologie, der Lehre von den äusseren Formen. Untersuchen wir nun näher, so bemerken wir, dass der Culturbesitz in diesen Provinzen nicht einheitlich und von gleicher Abstammung ist. Vielmehr lehrt uns die Culturanatomie die Lehre von der inneren Gestaltung der Formen, dass hier die Elemente von verschiedenen Seiten zusammengeströmt, den verschiedenen Grenzen zu auch verschieden und Alles in Allem grössere Unterschiede nachweisbar sind. So kommen z. B. in Westafrika dreierlei Schilde vor: der asiatische, der vormalajische und der nigritische. Weiterhin ist die Culturphysiologie zu berücksichtigen, die von den Lebensformen der Culturen

redet. Hier sehen wir eine active und umsichgreifende, dort eine verkümmerte etc. Cultur. Diese Wesenszüge stellt die Culturphysiologie nicht nur fest, sondern auch die Art der Fortpflanzung, die Gründe der Verkümmerung hier, der fröhlichen Entwickelung dort. — Kurz und gut, wir unterscheiden, wie in den organischen Naturwissenschaften, in der Culturlehre Morphologie, Anatomie und Physiologie.

Gesetze des anatomischen und physiologischen Baues der Culturformen.

9. Die gesetzmässige Verbreitung der Formen. — Blicken wir flüchtig über die Erde hin, hu! welch' ein tolles Durcheinander von Vorkommnissen im materiellen Culturbesitz. Hier der Bogen, nebenan der Speer, dann das Wurfbrett, der Wurfriemen und abermals Bogen, Speer, Bogen, Schleuder u. s. w. als Fernwaffe. Man brauchte in der Wissenschaft lange, und jeder Einzelne wird wieder lange brauchen, das Auge an diese anscheinende Verwirrung zu gewöhnen. Nun wir es aber gelernt haben, sehen wir klarer; wenn wir dies Lesen verstehen, sogar ganz klar. Bestimmte Bogenformen kommen auf grossen Gebieten allein vor. Ist eine Lücke in der Verbreitung, ein Fehlen dieser Waffe bei einem Volksstamme, dann können wir wenigstens fesstellen, dass der Bogen, wenn er vorhanden wäre, ganz genau diese oder jene Gestalt haben würde. Ich habe für Afrika und Oceanien an vielen Geräthen und Waffen bewiesen, dass im Wesentlichen die geographische Verbreitung dieser Formen nie durchbrochen wird, dass niemals ganz beziehungslos eine ohne irgend welche auch sonst hier nachweisbare und in die Ferne zurückzuverfolgende Verwandtschaft entstandene Form sporadisch auftritt und den Gang der Verbreitung gesetzlos macht. So hat jeder Gegenstand eine bestimmte, an Gesetze gebundene Verbreitung. — Das ist festzuhalten, es ist der erste wichtige Beweis.

10. Die der Verbreitung entsprechende Gesetzmässigkeit der Entwickelung der Formen. Die Formen eines Geräthes sind aber, wenn auch gleicher Abstammung, nicht auf dem Gebiete der Verbreitung die gleichen. Nehmen wir den asiatischen Rundschild in

Afrika. Im Nordosten, wo er in den Erdtheil eintritt, ist er gewölbt, mit einem Buckel und einem steifen Rande versehen, er besteht aus gepresstem Leder, und im Innern dienen zwei Griffe als Handhabe. Das ist der echte asiatische Rundschild. Und dann lässt sich, dem Süden und Westen zu, auf den beiden Wegen seiner Verbreitung erkennen, wie diese Schildform degenerirt, wie die durch die Kleinheit, die Rundung, den Buckel und den Randwulst gegebene Steifheit aufhört, weil der Buckel wegfällt, wie er oval oder viereckig statt rund wird, weil der Randwulst wegfällt, weil er gross, dem äussersten Westen zu sogar riesengross und statt aus Leder aus Fell hergestellt wird. Er hat auf diesem Wege sein Princip eingebüsst, nämlich er bietet nicht mehr durch seine Wölbung eine starke Wehr, sondern durch seine Grösse einen umfangreichen, wenn auch schwachen Schutz. Und dieser Entwickelungsgang geht hier in Afrika, wie in Oceanien und Amerika nicht etwa schnell vor sich, sondern langsam und etappenweise. Die einzelnen constructiven Momente verschwinden, einer nach dem andern, bis im Süden und Osten das grosse, schlappe Schild übrig bleibt. Also langsame Umbildung auf dem Wege der Verbreitung. — Das ist der zweite wichtige Beweis.

11. Die gruppenweise Verbreitung der Elemente gleicher Abstammung und Entwickelung. — Und diese Entwickelungsgänge sind nicht etwa vereinzelt, willkürlich, also in der Richtung der Verbreitung nicht etwa dem Zufall unterworfen. Wir können das nicht nur an dem Schilde beobachten, nein, es geht ebenso mit der Hütte, dem Bogen, der Feldtrommel, den Saiteninstrumenten etc. Nicht nur dass die Verbreitung der verwandten Formen derselben die gleiche ist, nein auch ihre formale Entwickelung entspricht bei allen denselben Gesetzen; bei allen ist die der Entfernung vom Ausgangspunkte entsprechende Verkümmerung, Abschwächung oder Umbildung bemerkbar. So in Afrika die afrikanischasiatischen Elemente von Aegypten dem Osten und Süden zu, in Oceanien die malajoasiatischen Elemente Mikronesien zu einerseits, Melanesien zu andererseits. Bleiben wir bei Afrika für das weitere, weshalb ich betone, dass wir es bei diesem Erdtheile also mit der ostwestlich verlaufenden Nordaxe und der nordsüdlich verlaufenden Südaxe der Bewegung und Verbreitung afrikanischasiatischer Elemente zu thun haben. — Durch diese analoge Verbreitung und Umbildung bewiesen diese Geräthe ihre gemeinsame Ab-

stammung und ihre Verwandtschaft untereinander. Da nun aber ein einzelnes Geräth irre führen kann, — so sind bei den Malajonigritiern und bei den Völkern der afrikanisch-asiatischen Cultur Felltrommeln nachweisbar und die Grenzen der Verbreitung der beiden von zwei verschiedenen Richtungen gekommenen Geräthe greifen in einander über*); — so ist das Medium aus der gruppenweisen Verbreitung verschiedener Geräthe zu ziehen, was stets möglich ist. — Das ist der dritte Wesenszug, den ich durch das Verfahren der Ueberdruckkarten klar stellen konnte.

12. Die Verbreitung der Culturformen oder -arten. — Die Summe dieser Erscheinungen, der Geräthe gleicher Verbreitungs- und Entwickelungstendenz repräsentirt das Bild einer Culturform. Wir haben in jedem Erdtheile mehrere. So bewegt sich in Afrika auf der Nordaxe (nach Westen) und der Südaxe (nach Süden) die asiatische Cultur. (Belege: Lederbogen, Rundschild, Zelthütte, Guitarre, Trommel etc.) — Im Westen (Kongogebiet, Küste Nieder- und Ober-Guineas) findet sich eine Cultur, die ich als die malajonigritische bezeichnet habe. Hier ist Alles ganz anderer Abstammung. Die viereckige Satteldachhütte ist aus 6 Tafeln zusammengesetzt und steht oft auf Pfählen, der Bogen entspricht weder im Material noch in der Construction dem asiatischen, der Schild (zum Umhängen, Culturwerk Fig. 16), die Holzpauke (ohne Felldecke), die Saiteninstrumente, Alles zeigt seinen eigenen Ursprung an, eine eigene Entwickelungsgeschichte. Für die Wahrscheinlichkeit, dass diese Cultur aus dem Osten stammt und nach Westen zurückgedrängt wurde, spricht, dass sich an der Ostküste in den Gebirgen und in den Flussthälern hier und da gleiche oder wenigstens verwandte Formen in grosser und seltener Verstreutheit finden. — Im Süden aber endlich führt die nigritische Cultur noch ein kümmerliches Dasein. Wieder ein eigener Schild (mit senkrechter oder ohne Handhabe) eine eigene, die aus in die Erde gesteckten Baumzweigen gebildete Hütte, hölzerne Wurfwaffen, der Grabstock, der Klangstab, das aus dem nigritischen Steinbeil wahrscheinlich hervorgegangene Beil etc. — So heben sich die drei Culturformen gut von einander ab, sobald wir jede für sich auf den Formenschatz und dessen Elemente

---

*) Ich kann deshalb nur sehr warnen, auf die Verbreitung und anscheinende verwandtschaftliche Beziehung eines Geräthes hin einen Schluss zu ziehen.

prüfen. Ich habe etwas ganz gleiches jetzt auch für Oceanien erwiesen. — Auch gegen diesen Beweis der selbstständigen Verbreitung der Culturformen sowie der Zusammensetzung aus ihren eigenthümlichen Elementen ist nichts einzuwenden.

13. Die Kenntniss der Culturformen oder -arten. — Mit dieser Untersuchung wird also eins gewonnen, nämlich die Kenntniss der Arten. — Ich kann hier feststellen, dass „die menschliche Cultur" hier nur ein Begriff ist, keine fassbare Thatsache, keine Sache. Der „menschlichen Cultur" entspricht „das Säugethier" oder besser „das Thier". Ganz anders „die Culturform". Spreche ich von der „afrikanisch-asiatischen Culturform", so sehe ich ganz bestimmte Merkmale vor mir, wie den Rundschild und seine Entwickelung, den zusammengesetzten Lederbogen und seine Verkümmerung etc. Also die Kenntniss der Culturformen, bestimmter oder gut zu bestimmender Arten ist das Endergebniss der anatomischen Untersuchung. Soweit kann Niemand etwas gegen die Resultate dieser meiner Methode sagen, zumal sie nicht nur für Afrika sondern auch für Oceanien schöne Früchte getragen hat, wie aus Petermanns Mittheilungen zu ersehen ist. Die Arbeiten über Amerika sind auch bis auf eine nothwendige letzte Controlle abgeschlossen, und somit ist die Brauchbarkeit dieser Methode erwiesen. Damit wäre also die alte, unglückselige Streitfrage, ob irgend eine Sache local entstanden oder von anderer Seite ererbt sei, im Grossen und Ganzen überwunden oder wenigstens die Fähigkeit und das Mittel geboten, sie zu lösen — bis auf eine Art Fälle, die im Abschnitt 15ff erörtert werden wird.

14. Die Lebensform. — Ein weiteres Ergebniss der durch die Prüfung der einzelnen Culturelemente herbeigeführten Resultate ist die Erkenntniss der Verschiedenartigkeit der Lebensformen der verschiedenen Culturarten. Also das erste Gesetz der Culturphysiologie. Die drei afrikanischen Culturen zeigen wesentliche Unterschiede in der Lebensform. Die afrikanisch-asiatische ist in kräftiger Entwickelung in der Ausdehnung und Fortpflanzung begriffen. Ich erwähnte das Beispiel des Rundschildes. (Anmerkung: Es sind überall auf der Erde die asiatischen Schwesterculturen, deren siegreiches Vordringen leicht festzustellen ist an den vier
A [illegible] Asiens, im Süden die malajo-asiatische
[illegible] iatische, im Osten die amerikanisch-

asiatische, und im Westen war es eine asiatische, die der unseren den frischen Lebensathem verlieh, dessen nachwirkender Druck noch heute bei Russland merklich ist.) — Die nigritische Cultur stellt das Gegentheil dar, — just wie in Oceanien. Sie fristet ein kümmerliches, kaum noch beobachtetes Dasein und ist überhaupt nur noch da lebensfähig, wo sie stark mit anderer Culturformen Lebenskraft gespeist ist. Im Süden Afrikas treten die nigritischen Elemente gedrängter — wenn auch kümmerlich genug — auf, dem Norden zu verschwinden sie immer mehr (vergl. m. Aufs. „Die Buschvölker" in „Afrika" 1898). — In der Mitte zwischen den beiden steht physiologisch die malajonigritische Cultur. Sie ist von Osten nach Afrika gelangt, wie die malajonigritischen Enklaven im ostafrikanischen afrikanisch-asiatischen Culturgebiet verrathen. Sie beherrscht in Westafrika einen sehr umfangreichen Culturschatz, der vielleicht in kleinen Umbildungen einen grossen Formenreichthum erzeugt hat, dem aber eine gewisse Entwickelungs- oder Verkümmerungstendenz mehr oder weniger fehlt. In physiologischer Hinsicht haben wir es also mit einer in voller Kraft nach Afrika gelangten, hier nicht weiter ausgebildeten, sondern nur zu einem localen Entwickelungstypus umgebildeten Culturform zu thun. — Nun vermögen wir in Oceanien einen vollkommen identischen Culturformschatz nachzuweisen in der über Indonesien und Westmelanesien ausgebreiteten Mischform der vormalajischen und malajo-asiatischen Cultur. Darüber nachstehend mehr. — Wir sehen also drei Stadien der Lebensform der Culturformen in Afrika vertreten, nämlich einmal die afrikanisch-asiatische, eine junge in der Fortpflanzung begriffene Form, die malajonigritische, eine reife Cultur, die stillsteht in der Entwickelung, die nigritische, ein seniler Typus, eine im Dahinscheiden begriffene Culturform. — Dass demnach verschiedenes Alter der Culturformen im Wesen ihrer Verbreitung und im Charakter der ihr angehörigen Elemente ausgeprägt ist, ist der erste wichtige und, ich glaube, auch vollgiltig bewiesene Satz der Culturphysiologie.

Abhängigkeit der Culturformen vom Boden; Kampf um das Dasein.

15. Die Materialforschung. — Es ist, wie wir gesehen haben (ich knüpfe an Abschnitt 13 an) ein Leichtes nachzuweisen, woher eine junge, in der Entwickelung begriffene Culturform wie die afrikanisch-asiatische stammt, denn wir erkennen das Anwachsen der Vollendung dem Ausgangspunkte zu. Wie nun aber erkennt und beweist man die Abstammung einer Culturform wie der malajo-nigritischen, die als ausgereifter Organismus mit vollkommen ausgebidetem Formschatz in Afrika lebt? — Zunächst werde ich in solchem Falle vergleichen und durch Vergleich festzustellen versuchen, wo sich die charakteristischen Elemente dieser Culturform wiederholen. Solche „Leit"elemente sind vor Allem die der Länge nach aufgespaltene Holzpauke, der Bogen mit den Rotangknöpfen als Sehnenträgern, Hütte aus Tafeln und auf Pfählen, mit Fensterthür etc., die nicht gesponnene, sondern geknüpfte Pflanzenfaserfäden verwendende Weberei, der Rohrschild etc. Bei Umschau nach diesen und weiteren Elementen finde ich vollkommene Uebereinstimmung in der indonesischen Mischung und hier (vergl. Petermann!) ist sehr einfach nachzuweisen, dass alle diese Elemente in Oceanien der malajo-asiatischen und vormalajischen Cultur angehören. Also vollkommene Uebereinstimmung ist erwiesen. Aber die Verwandtschaft ist mit der einfachen äusseren Analogie nicht bewiesen. Allerdings spricht sehr zu Gunsten einer Abstammung der malajo-nigritischen von der indonesischen Mischcultur die Lage im Osten, ferner die Thatsache malajischer Sprache auf Madagaskar — aber das Alles beweist noch nicht voll. — Hier beweist nach meiner Ueberzeugung die physiologische Beschaffenheit. Wir sahen in Afrika das Fehlen der Entwickelungstendenz in geographischer und entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht. Die Elemente treten uns überall gleich vollendet entgegen. Dagegen zeigt sich in Oceanien nicht nur eine Verbreitungs- und Entwickelungstendenz, sondern hier sehen wir auch die Geräthe entstehen, herauswachsen aus der Eigenschaft des Materials. Ich habe das am Bambusbogen, an der Bambusholzpauke, an den Saiteninstrumenten bewiesen. Wir sehen also in Oceanien diese Dinge entstehen oder dem Entstehungsorte

im südöstlichen Asien nahe sich entwickeln und umbilden, umgestalten zu den Formen, die wir in Afrika wiederfinden, aber nicht mehr in jenen den Ursprung verrathenden Typen, sondern abgewandelt, ausgebildet, Ergebnisse einer längeren Entwickelung am Ende einer Verbreitungszone. Dazu kommt, dass in Afrika die grossen Bambusse, die einem Instrument wie der Holzpauke das Leben gegeben haben, so gut wie fehlen. Das weist wieder nach Oceanien. — Ich habe damit gezeigt (—



Fig. 1.
Die westafrikanische pflanzengeographische Zone.

und auf diesen Theil der Beweisführung haben nur die naturwissenschaftlichen Referenten, diese aber zustimmend geäussert —), dass, wenn die vollkommene Uebereinstimmung der wesentlichen Charakterelemente im materiellen Besitz zweier Culturformen festgestellt ist, aus der Entwickelungsgeschichte einzelner Elemente an der Hand der Materialforschung die Ursprungs- und Entwickelungsgeschichte beider erwiesen werden kann.

16. Das Problem der malajonigritischen Culturform. — Ich will nicht etwa alle Belege für die Abstammung der malajonigritischen Cultur aus Oceanien hier wiederholen, denn ich will dies Problem hier ja nicht

lösen, sondern diese Frage dient mir nur als Beispiel, an dem ich bestimmte und wesentliche Eigenthümlichkeiten der Culturformen nachweise. In diesem Sinne also will ich mich noch im Weiteren über die Sache auslassen. — Ich habe hier noch in einer Sache vielleicht den wichtigsten Punkt für die Beurtheilung des Abstammungs- und Verwandtschaftsproblems dieser westafrikanischen und anderer derartiger Colonialculturen zu erörtern, eine Sache, die ein sehr scharfes Licht auf die Entwickelungs-



Fig. 2.
Die westafrikanische Zone der malajo-nigritischen Cultur.

geschichte wirft, und die ich für den zweiten Band meines Hauptwerkes aufgespart hätte, wenn ich nicht jetzt alle Mittel der Naturwissenschaft, die zu Gebote stehen, wenigstens andeuten möchte. Um den ganzen Umfang der Sache in Erwägung ziehen zu können, will ich alle wesentlichen Punkte nochmals heranziehen.

1. Die malajonigritische Cultur ist im Grossen und Ganzen auf Westafrika und das Congobecken beschränkt.

2. Die malajonigritische Cultur weist einen fast lediglich aus Pflanzenfasern bestehenden Culturschatz auf, und so lässt sich nachweisen, dass der weitaus grösste Theil seiner Elemente auch aus Pflanzenfasern entstanden ist

im Gegensatz zu allen asiatischen, also auch den afrikanisch-asiatischen Culturgütern, die aus thierischen Stoffen bestehen und entstanden.

3. Die constructive und wesentliche Uebereinstimmung der malajo-nigritischen mit gewissen oceanischen Culturgeräthen ist eine vollkommene.

4. Eine Reihe von Gegenständen dieser gemeinsamen Culturwelt lässt sich in Oceanien, nicht aber in Afrika in ihrer Entstehung belauschen.

Nun stehen sich zwei Erklärungen dieser Erscheinung, also der Uebereinstimmung des oceanischen mit westafrikanischen Culturgütern und für den Ursprung der malajo-nigritischen Cultur einander gegenüber, einerseits meine und zweitens die von Schurtz und Vierkandt in ihren Referaten niedergelegte. Es handelt sich um die beiden Annahmen:



Fig. 3.
Verbreitung des vormalajischen Bogens.

a) die malajo-nigritische Cultur stammt von oceanischen Culturen ab,
b) die malajo-nigritische Cultur scheint in Westafrika selbst entstanden.

Ich bemerke dabei, dass Schurtz sich nicht vollkommen ablehnend verhält (sondern nur skeptisch), wohl aber Vierkandt. — Prüfen wir die Begründung letzterer Annahme:

17. Der Widerspruch. — Schurtz sagt: „Der bewährten wissenschaftlichen Methode würde es wohl entsprechen, zunächst den Versuch zu machen, mit den gegebenen Thatsachen auszukommen und sie aus den Ver-

hältnissen Afrikas selbst zu erklären. Wir finden da im Osten, Süden und Norden die Steppe mit ihrer vorwiegenden Viehzucht, im Westen das Wald- und Sawannengebiet mit vorwiegendem Hackbau und mit pflanzlicher Ernährungsweise; das Vorwiegen des Leders und der thierischen Stoffe im Culturbesitz des Nordens und Ostens, der Pflanzenfaser in dem des Westens scheint da nicht so wunderbar, und auch die Achsen, auf denen sich die afrikanischen Cultur- und Völkerwanderungen bewegen, entsprechen den natürlichen Bedingungen des Bodens" — wie schon meinerseits hervorgehoben.



Fig. 4.
Verbreitung des Schlankaffen (Semnopithecidae) und Simiae. (Gorilla, Schimpanse etc.)

Vierkandt sagt: „In einigen Fällen wird man die nicht zu bestreitende Aehnlichkeit (zwischen malajo-nigritischem und oceanischem Culturbesitz) lieber auf andere Ursachen zurückführen, — für die gleichmässige Bevorzugung pflanzlicher vor thierischen Stoffen für die Verfertigung von Geräthen wird man lieber die Gleichheit der Lebensweise verantwortlich machen, welche im Gegensatz zu den vielfach viehzüchtenden Ostafrikanern diejenige von Fischern und theilweise auch Ackerbauern ist. Diese letztere Uebereinstimmung aber auf einen gemeinsamen Ursprung zurückführen zu wollen, erscheint uns fast als a b s u r d." („Absurd"?)

Wir sehen, Schurtz ist tiefer. Denn auch der hier vorwaltende Ackerbau und die dort vorherrschende Viehzucht sind Folgen der von Schurtz sehr richtig erkannten Erscheinung, dass nämlich im Westen eine sehr ausgeprägte Zone üppiger Pflanzenwelt sich mit der Ver-

breitung der malajo-nigritischen Culturform und die nördliche und östliche Steppenregion sich mit der die thierischen Stoffe verwendenden afrikanisch-asiatischen Culturform deckt. — Aber auch die Anschauung von Schurtz ist nicht tief genug.

18. Gleiche Ausdehnung der pflanzengeographischen und der malajo-nigritischen Region. — Vorstehend in Figur 1 und 2 das Bild der Verbreitung der äquatorialen westafrikanischen Pflanzenregion (Raphia, Pandanus, Elaeis, Cola etc.) und der der Ausdehnung der malajo-nigritischen westafrikanischer Cultur. (Letztere nach Ueberdruckkarte 10, 15 und 20 in „Ursprung der Cultur" Bd. I.) Wir können ohne Weiteres feststellen, dass die beiden Bilder einander fast ganz entsprechen.

Also ist ein Zusammenhang nicht wohl zu leugnen, — da wir immer im Auge behalten, dass der malajo-nigritische materielle Culturbesitz im Wesentlichen eben aus Pflanzenfasern besteht. Aber wie sollen wir diesen Zusammenhang nun deuten? Es liegt in Anbetracht dieser Erscheinung auf der Hand, dass die Schurtz'sche Erklärung gar so übel nicht ist. Aber dass sie doch nicht ganz genügt, geht aus dem Umstande hervor, dass diese Erklärung uns wohl die Art der Verbreitung der malajo-nigritischen Cultur auf der Westseite erklärt, nicht aber die formale Uebereinstimmung aller Elemente mit den oceanischen Culturgütern. Wir stellen daher noch zwei andere Karten einander gegenüber.

19. Gleiche Ausdehnung der pflanzengeographischen, thiergeographischen und malajo-nigritischen Regionen. — Beifolgend in Fig. 3 das Bild der Verbreitung des vormalajischen Bogens über Asien, Oceanien und Afrika und in Fig. 4 das der Verbreitung gewisser Affenarten über Afrika, Südostasien und Ostasien. Dies Bild der Verbreitung des Bogens ist nur eines von vielen analogen. Es mag uns hier dienen an Stelle des complicirten ähnlichen Bildes von der Verbreitung der ganzen Culturform. — So stellt sich denn heraus, dass die Verbreitung dieser beiden Culturformen mit gleichem Formschatz und der menschenähnlichen und noch anderer Affen und Thiere in den fraglichen Gebieten dieselbe ist, dass sie im südöstlichen Asien und auf den grossen Inseln des malajischen Archipels sowie in Westafrika heimisch sind, dass sie aber — und darauf kommt es an, — in Ost-, in Südafrika und im Norden zwischen Südostasien und Westafrika fehlen, beide gleichermaassen,

die Culturform und die Thiere. Was sagt nun — und wir müssen uns an die Erklärungen anderer Wissenschaften halten, da wir Ethnologen, wie erwiesen, zu wenig erzogen, dazu unselbstständig, unerfahren, uneinig u. s. w. sind, — der Zoogeograph zu der ihn angehenden Erscheinung? — Er stellt fest: „Es existiren in der indomalajischen Zone und in Westafrika die gleichen Thierformen. Ferner ist erwiesen, dass die Lebensbedingungen für diese Thiere gerade in diesen Gebieten sehr günstige und fast die gleichen sind, dass diese Lebensbedingungen da, wo die Thiere auf der Verbindungsstrecke fehlen, auch nicht vorhanden sind.“ Nun fährt der interpretirte Zoogeograph aber nicht etwa fort: „Also sind die Schlankaffen, der Gorilla, der Schimpanse und andere Thiere in diesen beiden Regionen selbstständig entstanden!“ — nein, so fährt er sicher nicht fort. Wollte man ihm diese Annahme zumuthen, würde er das wahrscheinlich als absurd bezeichnen. Er antwortet auf entsprechende Frage vielmehr: „Lieber Herr, es ist doch ganz natürlich, dass diese Affen den Kampf um das Dasein nur in diesen Gegenden haben überleben können, dass sie aber in Ostafrika demselben erlegen sind, weil hier die Lebensbedingungen für sie fehlten.“

20. Zoogeographie und Ethnologie. — So sagt der Zoologe zu der analogen Erscheinung. Er wird unbedingt eine sporadische und locale Entwickelung der gleichen Thierformen zurückweisen, schroff ablehnen, auch dann, wenn die Thierformen in Kleinigkeiten von einander abweichen. Bekannte Erscheinungen dieser Art sind der Unterschied des afrikanischen und indischen Rhinocerosses und Elephanten. Derartige kleine Varianten werden unter dem Titel: „Locale Entwickelungstypen“ zusammengefasst. Sie berechtigen absolut nicht zur Annahme localer und getrennter Entstehung.

So! Und von mir verlangt man die Annahme, die gleichen Formen seien local und getrennt entstanden, weil die Lebensbedingungen (Fig. 1) — wohl gemerkt, nicht die Entwickelungsbedingungen! — die gleichen seien? Und wo ich nachgewiesen habe, dass Alles, was wir auch untersuchen hüben und drüben die gleiche Art ist, da nennt es Herr Doctor Vierkandt absurd, wenn ich genau im Sinne der alten, wohlausgebauten, disciplinirten und höflichen Zoologie meine Schlüsse ziehe? Ei, ei! und ich habe es doch so deutlich gesagt, dass ich naturwissenschaftliche Auffassung voraussetze und verlange!

21. Der Kampf um das Dasein. Vielmehr stelle ich fest, dass wenn die Annahme, die gleichen Arten von Thieren hätten trotz ihres localen Entwickelungstypus und trotz der weiten und unterbrochenen Verbreitung die gleiche Abstammung — dass, da diese Annahme heute als vollkommen und allein berechtigt in der Zoologie gilt, dass dann die gleiche Anschauungsweise auch in der Culturlehre Anerkennung verlangen kann. Und ferner stelle ich für den Specialfall fest, dass demnach die vollkommene Uebereinstimmung der malajo-nigritischen mit den entsprechenden oceanischen Culturmerkmalen unbedingt zu der Annahme der descendentalen Verwandtschaft dieser Culturformen führen muss. Denn wir haben die prächtige Analogie gesehen: Wie Gorilla, Schimpanse und manch anderes Gethier nur in Westafrika lebendig blieben, weil sie im Osten dem Kampf ums Dasein erlagen, so blieb auch die malajo-nigritische Culturform in demselben Gebiete und nur hier, denn die Lebensbedingungen sind für Gorilla und malajo-nigritische Cultur die gleichen in diesem Punkte; sie sind geboten durch die Pflanzen der äquatorialen, westafrikanischen, pflanzlichen Region. — So weit also entspricht eine Culturform einem lebendigen Organismus, einem Thier!

Das ist nicht nur eine Frage der malajo-nigritischen Cultur. Das Problem ist allgemeinwichtig und liegt sehr tief. Deshalb habe ich es an diesem einen Beispiel so eingehend erörtert. Hier hat sich nämlich herausgestellt, dass eine niedere Culturform mehr vom Boden, vom materiellen Boden in ihrer Entwickelung, Existenz und Fortpflanzung abhängig ist als vom Menschen. Doch ehe ich auf diesen wichtigen Punkt des Näheren eingehe, möchte ich noch auf andere bedeutsame Erscheinungen hinweisen.

Entstehung und Fortpflanzung der Culturelemente.

22. Formen der Cultur und der organischen Welt. — Ich habe oben (Abschnitt 6) gesagt, dass für die Untersuchung der Verwandtschaft, d. h. der descendentalen Verwandtschaft, in einigen Punkten die thierischen,

in anderen die culturellen Organismen einen Vortheil bieten. Jetzt haben wir eine Reihe von Thatsachen kennen gelernt und erwogen. In der Beurtheilung der Verwandtschaft der Thiere ist es ein bedeutender Vortheil, dass die weitaus meisten Arten klar und unverkennbar ausgebildet sind. Einen Elephant, ein Rhinoceros, ein Moschusthier, einen Affen wird Niemand verkennen, ob sie aus Afrika oder aus Asien stammen. Diese klare, scharfe, prägnante Form fehlt dem Culturelement. Schon bei benachbarten Stämmen ist der Bogen, wenn auch bei gleicher Abstammung, ein wenig verschieden, wie denn auch im gleichen Dorfe niemals alle Bogen genau gleich sind, — eine Thatsache, die nicht allein durch die Verschiedenartigkeit des verwendeten und verwendbaren Materiales bedingt ist. Diese Mannigfaltigkeit von localen Typen beeinträchtigt die Erkenntniss der Verwandtschaft und Zusammengehörigkeit sehr, macht für den Laien zunächst das Verständniss unmöglich und bedingt für den Forscher das intensive Studium einer grossen Reihe von Formen und sozusagen die Feststellung des arithmetischen Mittels, der Grenzen der Schwankungen, die Herausschälung der leitenden Constructionsmomente. Hierin liegt der Grund, weshalb die Wissenschaft sich so lange nicht mit diesen Dingen abzufinden wusste, und hierin liegt auch die eigentliche Begründung der Thatsache, dass besonders denjenigen Ethnologen, die sich im Wesentlichen nur mit psychologischen und sociologischen Problemen beschäftigt haben und ein geheimes Grauen vor den unüberwindlichen Materialbergen in unseren Museen zumeist nicht verleugnen, mein Buch überhaupt von vornherein befremdlich, dagegen den an das Sehen und Unterscheiden wesentlicher Formeigenarten gewöhnten Naturforschern viel leichter verständlich war.

23. Die Variabilität der Culturgüter. — Dagegen liegt ein grosser Vortheil der Culturlehre zunächst auch schon in der geschilderten Variabilität der Culturgüter, denn etwas Anderes bedeutet in letzter Instanz diese Mannigfaltigkeit der localen Typen nicht. Die vielen Formen bieten in ihrer Summe das Bild der Entwickelung, da alte, archaistische, primitive neben jüngeren, entwickelteren vorkommen. Vor allen Dingen aber ist die Entwickelung dieser Formen — und das unterscheidet die Culturorganismen von den Thieren hinsichtlich der Verwandtschaftsforschung sehr zum Vortheile der ersteren — an geographische Eigenarten gebunden. Ich verweise

hier auf die zwei erwähnten Fälle. Wir sehen (unter Abschnitt 10) die Entwickelung des Lederschildes auf den Bahnen der Fortpflanzung der Cultur. Ein solch' klares Bild zeigt kaum eine naturwissenschaftlich-organische Erscheinung. Und dann zum anderen unter Abschnitt 14. Hier zeigt sich, wie die Entwickelung einzelner Bestandtheile des malajonigritischen Culturbesitzes wohl nur aus Eigenarten von Gewächsen zu erklären sind, die einer bestimmten pflanzengeographischen Region angehören, den südostasiatischen Bambusländern. Auch solche Untersuchungsmomente fehlen den anderen Naturwissenschaften. — Doch ich kehre zum Problem der Variabilität zurück, in dem auch die Lösung der Frage nach der Entstehung und Entwickelung der einzelnen Culturgüter liegt.

24. Die Paarung. — Der durchgreifende Unterschied zwischen den Formeigenschaften der Thiere und denen der Culturen liegt also in der Variabilität, die bei ersteren fast vollkommen erstorben, bei letzteren aber höchst ausgeprägt ist, und zwar desto ausgeprägter, je jünger, beweglicher, fortpflanzungsfähiger (in geographischer Hinsicht!) eine Culturform ist. Und diese Erscheinung der grösseren Variabilität der culturellen als der thierischen Formen hat vor Allem seinen Grund in der unbegrenzten Paarung, die sich nicht nur auf verschiedene Arten der gleichen Dinge (— „Gleiche Dinge“ sind die Schilde oder die Bogen oder die Pauken etc., „gleicher Art“ heisst derselben Abstammung, z. B. malajo-nigritisch malajo-asiatisch oder vormalajisch etc. —) sondern auch ungleicher Dinge erstreckt. Wenn von Norden eine asiatische Bogenform, von Süden eine vormalajische herankommt, dann entwickelt sich sicherlich an der Grenze beider, da, wo sie in der Verbreitung aufeinanderstossen, eine Mischform, zum Beispiel ein Bogen, dessen Sehne an einem Ende die asiatische, am anderen dagegen die vormalajische Befestigung zeigt. Das ist eine um so beachtenswerthere Erscheinung, als sie sich nicht nur — wie gesagt — auf verschiedene Arten der gleichen Dinge, sondern auch auf verschiedene Dinge erstreckt. Ich erinnere an meinen Nachweis von der Entstehung der Trommel. („Ursprung der afrikanischen Cultur“ S. 170 ff.) Da wo die Lederwalkerei mit dem Hirse-Mörserstampfer zusammen kam, entstand die Trommel. — So paaren sich verschiedene Arten derselben Dinge und so paaren sich viele verschiedene Dinge und zeugen neue. Daher kommt also nicht nur die grosse

Variabilität der Cultugüter, sondern so entstehen überhaupt neue Dinge und neue Arten, kurz, dies ist das Grundgesetz der Entwickelung und Fortpflanzung der menschlichen Cultur.

25. Einfache Gebilde — Complicirte Gebilde. — Ich will damit nur auf den wichtigsten Grund der enormen Variabilität des materiellen Culturbesitzes hingewiesen haben, neben dem es noch eine ganze Reihe anderer giebt. Der hier hervorgehobene Grund hat aber zu dem bedeutsamen Gesetze geführt, dass neue Arten wie Dinge aus der Verbindung verschiedener Arten und verschiedener Dinge hervorgehen. Und dieses Gesetz nun leitet mitten hinein in die Fülle der Fragen nach dem Ursprunge neuer Dinge überhaupt, denn hier liegt zunächst nur eine Entstehungsgruppe vor, die der complicirten Gebilde. Andersartig entstanden jene Dinge, die ich in der Gruppe der einfachen Gebilde zusammenfasse und der ebengenannten gegenüberstelle. Diese wachsen im eigentlichen Sinne aus dem Material heraus, aus der natürlichen Beschaffenheit und Eigenart des Materials. Der der Längsfaser nach leicht splitternde, trockene Bambus bietet ein natürliches Musikinstrument. auf dem der Wind spielt, er bietet ferner die Bambuspauke; im abgebrochenen Internodium sammelt sich das Wasser, es ist ein natürliches Gefäss; auf dem Wasser stellen die abgebrochenen, trockenen Bambushalme natürliche Fahrzeuge, Flösse dar u. s. w. Es ist erwiesen, wie die Felltrommel entstand; der Mensch walkte das Leder; mehrere vereinigten sich zu der Arbeit, die in Folge der Menge der Handelnden rhythmisch betrieben ward. Das ist schon die primitivste Trommel, wie sie die Betschuanen und Neuholländer kennen. Solches ist materialgerechte Entstehung. Oder eine andere Sache: die Feuersteinindustrie! Der Feuerstein splittert in natürlichem Bruche. So entsteht die Feuersteinspitze und Klinge und bei fortgesetzter Handhabung und derart industrieller Thätigkeit ein Feuerzeug. Und andererseits die geschliffenen, schieferartigen Beilklingen, die schon der Bach zurichtet. Ebenso die Entdeckung des Glases. Das sind alles Dinge von natürlicher Brauchbarkeit, deren Anwendung oder Herstellung die Natur, die Mutter der Cultur, lehrt, wie sie ja auch in dem Unterarm mit der Faust die einfache Keule bietet, im Zeigefinger und Daumen die Zange u. s. w.

26. Materieller Boden — Geistiger Boden. — So müssen wir also die Entstehung der Dinge des ma-

teriellen Culturbesitzes auf zwei Wegen suchen. Die einfachen Gebilde bietet die Natur und zwar sie und ihre Nutzanwendung, die complicirten aber entstehen da, wo verschiedene Dinge sich zur Zeugung neuer Gebilde verbinden. Der Boden aber, auf dem die neuen Dinge entstehen, ist bei beiden Gruppen ein verschiedener. Für die einfachen Gebilde ist die Art des materiellen Bodens, für die complicirten dagegen die Fruchtbarkeit des geistigen Bodens von höherem Werthe. Der geistige Boden ist der menschliche Geist. Ich möchte eine Parallele ziehen, einen Vergleich anwenden, der wie alle Vergleiche nur eine Seite der Erscheinung berücksichtigt, wenn es auch die richtigere ist. Auch Thier und Pflanze bedürfen zweierlei Bodens, der organischen und anorganischen Stoffe der Erde und der Luft. Beide nähren sie; wenn auch verschieden, sind ihnen beide gleich nothwendig. Und so braucht auch die Cultur der materiellen Stoffe und des menschlichen Geistes, um sich fortzupflanzen und zu erhalten. Aber bei der Entstehung und Erhaltung der einfachen Gebilde ist des materiellen Bodens Gehalt, bei der Entstehung und Erhaltung der complicirten Gebilde die Triebkraft des geistigen Bodens wesentlicher. Nämlich wenn bei einer Ausbreitung der Culturform diese das Gebiet eines Materiales verlassen, so werden die einfachen Gebilde der alten Art verschwinden und wahrscheinlich im Allgemeinen complicirte an ihre Stelle treten. Sollte aber die Triebkraft des Geistes irgendwo nachlassen, so werden die complicirten Gebilde verkümmern oder verschwinden (ein auf abgelegenen Inseln Oceaniens oft und vielfach zu beobachtender Fall!) da diese Dinge sich nicht wie die einfachen Gebilde dem Menschen immer und immer wieder von Natur aufdrängen. Es ist ungemein verlockend, hier noch weiter zu untersuchen, doch darf ich dieser Materie hier nur einen sehr begrenzten Raum zuweisen.

27. Niedere Culturen — Hohe Culturen. — Wir sahen oben (unter Abschnitt 21), und ich komme jetzt darauf zurück, dass die malajo-nigritische Cultur in Afrika den Kampf um das Dasein nur an der Westküste, die günstige Lebensbedingungen bot, erhalten konnte. Und diese günstigen Lebensbedingungen sind doch nicht andere als diejenigen, die in der Heimath der malajo-nigritischen Cultur vorhanden sind. Im Gegensatz hierzu bemerken wir, dass die europäische Cultur sich auch in äquatorialen Gegenden mit von den heimischen vollkommen

abweichenden Lebensbedingungen erhält, wenn wir auch sehr wohl eine langsame und leichte Umänderung wahrnehmen können. (Wohnung, Kleidung, Nahrung etc.) Wir haben also einen gewissen Gegensatz festzustellen, der uns noch deutlicher wird, wenn wir für den ersteren Fall noch das Beispiel der malajo-asiatischen Cultur in Oceanien (zumal auf der Mittelaxe; siehe Petermann) heranziehen. Die Culturelemente bilden sich hier sogleich um, sobald sie das Gebiet mit den ihnen günstigen Lebensbedingungen verlassen. Somit müssen sehr wohl zwei Arten der Culturformen unterschieden werden. 1. Niedere, primitive, einfache Culturen (der Naturvölker) und 2. Hohe, entwickelte, complicirte Culturen (der Culturvölker). Nun ist der materielle Besitz beider nicht nur durch diesen Unterschied charakterisirt, sondern auch den, dass bei ersteren die einfachen Gebilde, bei den hohen Culturen die complicirten Gebilde bedeutend überwiegen. Also hängt die Erhaltung und Fortpflanzung der niederen, einfachen Culturformen mit vorzüglich einfachem Besitz mehr vom materiellen, die Erhaltung und Fortpflanzung der hohen, entwickelten Culturformen mit wesentlich complicirtem Besitz von der Tragfähigkeit des geistigen Bodens ab.

28. Der Mensch als Schöpfer der Cultur? — Und jetzt bin ich bei einem wesentlichen Punkte angelangt, muss einen Widerspruch erörtern, der mir von zwei Seiten gemacht worden ist. Es hänge, so ist mir gesagt worden, die Culturentwickelung mehr vom Menschen und Individuum, also von der menschlichen Schöpfungskraft ab, als ich es annähme. Man stellt den Gegensatz wohl am besten so dar: ich sage, der Mensch hinge von der Cultur ab, meine Gegner antworten, die Cultur hinge vom Menschen ab. Dass das letztere wenigstens nicht hinsichtlich der niederen Culturen der Fall ist, habe ich nachgewiesen. Und für die hohen Culturen dürfte der Fall ähnlich liegen. Man soll nicht dem Satze, dass die Entwickelung und Fortpflanzung der hohen Culturen mehr vom geistigen Boden abhingen als vom materiellen, eine übertriebene und falsche Bedeutung unterschieben. Und das thun meine Gegner. Wie begrenzt auch dieser Satz aufzufassen ist, geht ja schon aus dem Umstande hervor, dass auch die Culturelemente hoher Culturen den wechselnden Eigenschaften des materiellen Bodens unterworfen sind, wie uns Tracht, Hausbau, Bewaffnung etc. unserer Colonisten in den Tropen lehren, dass ferner auch unsere

Culturform mit dem mächtigen mechanischen Bewegungsapparat sich mittelst Ernährung vom Mutterboden aus nur hat ermöglichen können. — Aber man vergegenwärtige sich, was es heisst, dem Menschen die Herrschaft über die Cultur zuzuschreiben. Das heisst nämlich, den menschlichen Willen als die ausschlaggebende Gewalt bei der Entwickelung, Erhaltung und Fortpflanzung der Culturform hinstellen.

29. Natürliche Arbeitstheilung — Culturelle Arbeitstheilung. — Ich schiebe hier einen Absatz über die Arbeitstheilung ein, der uns vielleicht das Verständniss für das Folgende erleichtert. — Der wesentlichste physiologische Unterschied bei der Fortpflanzung niederer und höherer Organismen liegt in der Arbeitstheilung bei der Befruchtung.

Während bei den hermaphroditischen Geschöpfen ein Individuum alle Functionen übernimmt, tritt bei höheren die getheilte Thätigkeit auf, und mit dieser Arbeitstheilung Hand in Hand geht die grössere Ausbildung des Organismus selbst. Als derart höher ausgebildetes Wesen tritt der Mensch in die Culturentwickelung ein. Und die natürliche Arbeitstheilung vermögen wir auch bei den niederen Culturen noch sehr schön zu bemerken. Es ist die natürliche Arbeitstheilung in der Cultur nichts weiter als eine Folge der natürlichen geschlechtlichen Arbeitstheilung. Die Weiber haben das Haus zu versorgen, die Männer gehen zur Jagd etc. Ich brauche hier nicht weiter zu erörtern und erwähne nur einzelne typische Erscheinungen, dass z. B. Männer und Frauen verschiedene Geräthe und Gefässe haben, dass beide verschiedene Feuerzeuge besitzen oder auch nur untereinander „Feuer borgen“ dürfen, nie aber ein Mann vom Weibe oder ein Weib vom Manne. Das ist aber natürliche Arbeitstheilung, bei der bemerkenswerth ist, dass jedes Weib Körbe flechten, Wurzeln kochen, Töpfe brennen etc. kann, dass jeder Mann seine Waffen selbst herstellt, seine Beute selbst braten kann, seine Trommel schnitzt etc. Demgegenüber zeigt die culturelle Arbeitstheilung die Ausbildung des Berufes. Der eine schmiedet, der andere zaubert, der dritte schnitzt Boote etc., und jeder versteht im Wesentlichen nur sein Handwerk. Der Unterschied ist der, dass der Mann der natürlichen Arbeitstheilung nur für seinen eigenen Bedarf arbeitet, dagegen der der culturellen Arbeitstheilung für eine ganze Gruppe von Menschen; dadurch aber wird die Entwicke-

lung der Culturgüter vom Individuum abhängig, während sie früher in den Händen der Gemeinheit lag. Dadurch sind 3 beschleunigende Momente für die Entwickelung der Culturelemente gegeben. 1. Der Mann arbeitet stets an der einen Sache, wodurch er geschickter wird, 2. er lernt das Wesen der Sache besser kennen und ihre Zweckdienlichkeit erhöhen, 3. erwächst auch bald die Concurrenz, wodurch er zu grösserer Regsamkeit angehalten wird. — Während so die Entwickelung der Culturelemente in den Händen des Individuums eine beschleunigte ist, lässt sich bei der natürlichen Arbeitstheilung eine weit geringere Entwickelungsfähigkeit mit Leichtigkeit feststellen.

30. Natürlicher Selbsterhaltungstrieb und logisches Zweckbewusstsein. — Zurück zu Abschnitt 28. Also dem menschlichen Willen soll die Entwickelung der Culturformen zu verdanken sein. Nun kann ich, — um immer wieder zu betonen, dass wir den materiellen Culturbesitz der Untersuchung unterziehen, — überall absolut nur descendentale Entwickelung erkennen. Alles, was ich auch untersuche, zeigt mir bei uns jene Entstehungsweise, wie sie in dem Abschnitt über niedere und complicirte Gebilde geschildert ist. Mehrere Dinge treten zusammen und gebären neue. Andere Entstehung ist sogar unmöglich. Man kann den Stammbaum einer jeden Erfindung, einer jeden neuen Sache zuletzt feststellen. Und da das Gesetz der descendentalen Entwickelung alle Geräthe beherrscht, so ist eine beziehungslos entstandene, neue Sache eine Unmöglichkeit. — Demnach kann sich die Behauptung der menschlichen Herrschaft über die Cultur nur auf bestimmte Wesenszüge der geistigen Triebkraft beziehen. Und so wird mir denn das logische Zweckbewusstsein des Menschen entgegengehalten. Dieses müssen wir sondiren. Bei der Erhaltung der niederen Culturgüter spielt das logische Zweckbewusstsein sicher eine Rolle. Wie aber bei der Entwickelung? Können wir zum Beispiel bei der Erfindung der Felltrommel, wie ich sie oben erwähnt habe, von einem logischen Zweckbewusstsein reden? Kaum! Und ebensowenig bei der Erfindung des Steinwerkzeuges, der Glaserei etc. Gewiss sind mit einem Zweck das von der Natur gebotene Beispiel nachgeahmt, aber nicht erfunden. Das logische Zweckbewusstsein kann nur in der Thätigkeit des Individuums eine Rolle spielen und ist daher wohl im Grossen und Ganzen als ein Product der cul-

turellen Arbeitstheilung aufzufassen. Woraus aber ist denn dies logische Zweckbewusstsein erwachsen? Welches war denn die Triebkraft der ersten Anfänge der Cultur. Sicher nichts anderes als der natürliche Selbsterhaltungstrieb. Der gab dem Menschen den Stein zum Werfen und Schneiden in der Hand, der lehrte die Jagdschliche, und dieser natürliche Selbsterhaltungstrieb stellt in Wahrheit den geistigen Boden der Cultur der niederen und auch der höheren Culturen dar, aber bei den niederen ist er gegen die Natur angewendet, in den höheren gegen die Gefahren der Cultur. Dieser Selbsterhaltungstrieb ist bei den einfachen Culturen noch wenig überhitzt, ist aber bei den höheren in der Form des logischen Zweckbewusstseins einer wahrhaftigen Treibhausluft vergleichbar. Gewiss ist dieses logische Zweckbewusstsein nicht nur gegen Gefahren gerichtet, das hiesse die Ideale übersehen (ebenfalls ein Culturproduct) die den Künstler und den Gelehrten zum Schaffen anleiten, den Bürger zur Ausschmückung seiner Behausung und ähnliches mehr. Im Allgemeinen werden wir dem logischen Zweckbewusstsein damit aber vollkommen gerecht. In Folge seiner wird die Entwickelung wohl beschleunigt, aber nicht — und darauf kommt es gerade an — die natürliche Gesetzmässigkeit der descendentalen Entwickelung irgendwie gestört oder durchbrochen. Und doch könnte man in meinem Sinne den Menschen nur dann als den Herrscher der Cultur ansehen, wenn er Formen hervorzubringen vermögen würde, die diesen Gang der descendentalen Entwickelung überträten. —

Schluss.

31. Zusammenfassung. — Resümiren wir! Wir sahen im Anfange die Culturmomente bei den Thieren, einfache, der Variabilität entbehrende Erscheinungen. Demgegenüber die menschliche Cultur mit ihren Arten, den Culturformen, die wir durch anatomische Zergliederung zu umgrenzen vermögen. Die Verbreitung dieser Arten oder Culturformen wird durch die Frage entschieden, wo sie sich in dem Kampfe um das Dasein zu erhalten vermögen.

Die Untersuchung der Entwickelung der Culturgüter zeigte eine doppelartige Entstehung. Die einfachen Gebilde entwachsen der Natur, dem Material, d. h. der Eigenart eines Stoffes direct. Die complicirten Gebilde dagegen gehen nicht nur aus den Materialeigenarten hervor, sondern entstehen vor allem durch Paarung untereinander.

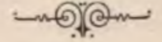
Die einfachen Gebilde erfahren ihre Entwickelung im Schoosse der Gesellschaft mit natürlicher Arbeitstheilung. Ihr Dasein verdanken sie dem natürlichen Selbsterhaltungstriebe. Sie stellen den Hauptschatz der einfachen, der niederen Culturformen (Naturvölker!) dar. In Folge ihrer Entstehungsart sind sie an bestimmte Gegenden gebunden, sie können den Kampf um das Dasein ohne Umbildung nur da überleben, wo sich die entsprechenden Materiale finden. Die Entwickelungsgeschichte dieser niederen Culturformen spielt sich daher vorzüglich auf dem materiellen Boden ab, da der natürliche Selbsterhaltungstrieb nicht genügende Fruchbarkeit besitzt, um grosse Umbildungen oder Entwickelungen hervorzurufen. Für alle Entwickelung und Variabilität werden wir vor allem die Eigenart des Materials verantwortlich machen.

Die complicirten Gebilde erfahren dagegen ihre Entwickelung im Schoosse der Gesellschaft mit cultureller Arbeitstheilung. Sie verdanken ihr Dasein einer nicht nur durch den natürlichen Selbsterhaltungstrieb, sondern — die unter dem Einflusse der culturellen Arbeitstheilung herbeigeführte Form derselben, — das logische Zweckbewusstsein bewirkt Paarung. Daher hängt die Variabilität mehr von diesem und dem Individuum ab, als von den Materialeigenarten, und wir müssen daher die Triebkraft des geistigen Bodens als wichtiger für diese Gebilde bezeichnen, als die Eigenarten des materiellen Bodens, die sich allerdings auf die Dauer auch sehr wesentlich bemerkbar machen. Da nun diese complicirten, hauptsächlich auf geistigem Boden sich paarenden und fortpflanzenden Gebilde in den hohen Culturen (Culturvölker!) durchaus vorherrschen, so wird die Verbreitung dieser hohen Culturformen (im Gegensatze zu den niederen) vor allem davon abhängen, wo der Mensch den Kampf um das Dasein durchzuführen vermag, wogegen, wie gesagt, die der niederen mehr durch die Eigenart des materiellen Bodens bedingt wird. Immerhin ist nicht zu leugnen, dass auch die hohen Culturen mit der

Aenderung des Wohnsitzes eine formale Umgestaltung erfahren.

Das bei der Prüfung der Variabiltät und der Paarung gewonnene Gesetz ist aber das wichtigste: Die Entwickelungsgeschichte der Culturformen ist eine absolut descendentale. Vermöge der „Variabilitäts- und Paarungsgesetze“, unter welchem Titel man alle erwähnten Erscheinungen zusammenfassen kann, ist es sehr wohl möglich, eine Entwickelungsgeschichte der gesammten menschlichen Culturformen, soweit sich Reste erhalten haben, festzustellen.

Die naturwissenschaftliche Culturlehre. — Ich glaube, dass es dieser Lehre gelingen wird, einen exacten Boden für die Völkerkunde auch im Gebiete der Verwandtschaftsfragen zu gewinnen, und den hässlichen Spielereien (wie die Zurückführung altamerikanischer Bauten auf europäische Stilformen, der Schnitzereien von Neuguinea auf griechische Capitelle und ähnlicher Unternehmungen) mit dem Verwandtschaftsproblem ein Ende zu machen. Jedenfalls bitte ich um sachliche Erörterung und Vermeidung gehaltloser Redensarten in den Referaten, die weniger die Bedeutung des Besprochenen als die Geistesart und -Kraft des Besprechenden beleuchten.



Druck von G. Bernstein in Berlin.

21

Die morphologische Herkunft des pflanzlichen Blattes und der Blattarten.

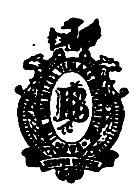
Ein Gedenkblatt zu Goethe's 150. Geburtstage,
28. August 1749—1899.

Nach einem vor der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin am 18. Juli 1899 gehaltenen Vortrage

von

H. Potonié.

Mit 12 Abbildungen.



BERLIN 1899.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Der Vortrag bietet theils Ergänzungen, theils nähere Ausführungen zu meinem Vortrage „Die Metamorphose der Pflanzen im Lichte palaeontologischer Thatsachen“ (Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung, Berlin 1898). Einige Wiederholungen waren unvermeidlich.

Man beschäftigt sich . . . viel mit der Abstammung der Pflanzensippen, aber nicht mit der Herleitung der einzelnen Organe und Theile der Pflanzen, und doch muss diese vorausgehen und den Boden für jene bereiten.
C. v. Nägeli (Abstammungslehre 1884, S. 462).

Ein Goethe konnte als Naturforscher bei der Betrachtung der Einzelheiten nicht stehen bleiben; ein lexikographisches Wissen ist wohl als einziges Mittel zum Zweck einer Erkenntniss der Zusammenhänge im Weltganzen zu verlangen, vermag aber nur denjenigen für sich allein zu befriedigen, dem die Natur den nicht zu verlöschenden Drang versagt hat, das „Wesentliche" zu suchen: „den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht".

Diese Eigenart eines echten Forschers bekundet sich ganz besonders in Goethe's morphologischen Studien. Der Terminus „Morphologie" stammt von ihm. In seiner Sammelschrift von 1817 „Zur Morphologie", die auch seinen „Versuch, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären" von 1790 in Wiederabdruck enthält, sagt er: „Es hat sich . . . in dem wissenschaftlichen Menschen zu allen Zeiten ein Trieb hervorgethan, die lebendigen Bildungen als solche zu erkennen, ihre äusseren, sichtbaren, greiflichen Theile im Zusammenhange zu erfassen, sie als Andeutungen des Innern aufzunehmen und so das Ganze in der Anschauung gewissermaassen zu beherrschen. — Man findet daher in dem Gange der Kunst, des Wissens und der Wissenschaft mehrere Versuche, eine Lehre zu gründen und auszubilden, welche wir die Morphologie nennen möchten." — Um noch besser zu zeigen, was Goethe unter Morphologie verstand, seien auch die ferneren Sätze citirt: „Betrachten wir aber alle Gestalten, besonders die organischen, so finden wir, dass nirgends ein Bestehendes, nirgends ein Ruhendes, ein Abgeschlossenes vorkommt, sondern dass vielmehr Alles in einer steten Bewegung schwanke. Daher unsere Sprache das Wort Bildung sowohl von dem Hervorgebrachten als von dem Hervorgebrachtwerdenden gehörig genug zu brauchen pflegt. — Wollen wir also eine Morphologie einleiten, so

dürfen wir nicht von Gestalt sprechen, sondern, wenn wir das Wort brauchen, uns allenfalls dabei nur die Idee, den Begriff oder ein in der Erfahrung nur für den Augenblick Festgehaltenes denken."

Der genauen Uebersetzung unseres Terminus gemäss wird nun heut zu Tage unter Morphologie ganz allgemein auch einfach die Betrachtung der Gestaltungsverhältnisse, der Formen der jeweilig berücksichtigten Objecte verstanden, gleichgültig ob diese der Natur oder menschlicher Thätigkeit entstammen; so hat man sich denn gewöhnt, auch von der Morphologie der Krystalle u. s. w. zu reden. Es handelt sich also hier um die blosse Einzel-Beschreibung der Formen der Einzelobjecte, und eine Hervorkehrung „morphologischer" Beziehungen bedeutet hier weiter nichts als eine Bezugnahme auf formale Aehnlichkeiten. Um ein besonderes Beispiel aus der Botanik zu erwähnen noch die folgende Bemerkung.

Wenn De Bary von der „Morphologie" eines Pilzes spricht, so meint er damit ausschliesslich die auf den Bau bezüglichen Verhältnisse desselben; spricht jedoch ein Botaniker aus der Schule Alexander Braun's von der „morphologischen Natur" eines bestimmten Organes, so will er, wie Goethe, die von ihm an die Betrachtung der Gestaltungen angeknüpften theoretischen Erörterungen besonderer Art als das Wesentliche seiner Untersuchung betrachtet wissen. Man versteht also unter Morphologie zweierlei.*) Beschränken wir den Sinn der Morphologie (wenigstens in den biologischen Disciplinen) wieder auf die ursprüngliche Fassung des Begriffes, also auf die theoretische Seite, so wäre der leider immer mehr in den Hintergrund gedrängte Terminus Organographie zur Bezeichnung der Disciplin die sich nur und ausschliesslich mit der Beschreibung des mit den Sinnen Constatirbaren an den einzelnen Organen, der formalen Bestandtheile der Lebewesen beschäftigt, am Platze. Ein Buchtitel wie „Organographie végétale" (ich denke dabei an das Werk Aug. Pyr. de Candolle's von 1827) ist klar und bringt keinerlei Zweifel bezüglich des Inhaltes. Es ist bedauerlich, dass heute die Unterscheidung in Organographie und Morphologie nicht mehr genügend festgehalten wird; noch Aug. de Saint-Hilaire sagt zur Auseinanderhaltung beider treffend von der Morpho-

*) Bei dieser Sachlage habe ich denn auch öfter (vergl. z. B. meine „Elemente der Botanik", 3. Auflage, Berlin 1894, S. 2) unterschieden: 1. Morphologie im weiteren Sinne und 2. theoretische Morphologie (Morphologie im engeren Sinne).

logie*) sie sei l'organographie expliquée par les transformations auxquelles sont soumises les parties des végétaux.

Was nun den theoretischen Inhalt der Morphologie, das Problem derselben betrifft, so ist hierüber bei Goethe, der mehr einem Ahnungsgefühl folgte, ohne sich zu voller Klarheit durchzuringen, bei unserer auf naturwissenschaftlichem Gebiet mit Recht allem Metaphysischen abgeneigten Forschung nichts uns heute Befriedigendes zu entnehmen. Er hat seine Ansichten in der schon citirten Abhandlung über die Metamorphose der Pflanzen niedergelegt, welche sich mit den Blättern der Pflanzen beschäftigt, und zwar in der Richtung, die ja keineswegs von ihm ganz neu eingeleitet wurde, sondern sich schon u. a. bei Linné vorbereitet findet**); man denke z. B. nur an seine Worte: „Principium florum et foliorum idem est." Es sei hier als Vorgänger Goethe's noch besonders an Caspar Friedr. Wolff***) und Peter Forskal†) erinnert.

Der citirte Linné'sche Satz kann gewissermaassen als Motto der ganzen „Metamorphosenlehre" gelten, da die letztere von dem in demselben ausgesprochenen Gedanken ausgeht. Auch schon vor Linné kommt die so naheliegende Zusammenfassung der Anhangsorgane des Stengels als „Blätter" mehr oder minder weitgehend und deutlich zum Ausdruck wie im 16. Jahrhundert bei Andrea Cesalpini, der die Blumenkrone schlechtweg als „folium" bezeichnete.††)

Immer sind es die Blätter der Pflanzen, die zunächst als Objecte der morphologischen Forschung vorgenommen werden, und es ist ja bei der ausserordentlichen Augenfälligkeit und Wichtigkeit derselben ohne weiteres verständlich, dass eine wissenschaftliche Beschäftigung mit der Pflanzenwelt gerade diese Organe stets in eine ganz

---

*) Leçons de botanique comprenant principallement la morphologie végétale. Paris 1840, p. 17.

**) Vergl. Linné's „Metamorphosis plantarum" von 1755 und seinen Aufsatz „Prolepsis plantarum".

***) Theoria Generationis. Halae 1759.

†) Vergl. P. Ascherson, Forskal über die Metamorphose der Pflanze. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 1884, S. 293 ff.

††) Das letztere ist nicht hinreichend bekannt; ich entnehme diese Thatsache der J. v. Sachs'schen Geschichte der Botanik. In der neuesten Auflage dieses geistreichen Buches (als solche ist die Paris 1892 erschienene, theilweis neu bearbeitete Ausgabe „Histoire de la botanique" — wie mir Sachs unter liebenswürdiger Widmung eines Exemplares des Buches selbst schrieb — anzusehen) findet sich der uns interessirende Abschnitt auf S. 163 folg.

hervorragende Betrachtung gerückt hat. So lange die organographische, dann die morphologische Richtung herrschte, war es die Mannigfaltigkeit in der Entwickelung, Ausbildungsweise und des Auftretens, welche zu erschöpfen gesucht wurde; die Physiologie hat dann die vielen Functionen, welche das Blatt haben kann, klargelegt. Für uns fragt es sich heute im Speciellen nach dem an Goethe's Namen geknüpften Resultat seiner und seiner Vorgänger Forschungen über die Blätter, soweit dasselbe wissenschaftlich von Werth ist.

Lässt man alle Ausflüsse metaphysischer Speculationen weg, so bleibt freilich nichts weiter übrig, als die Begründung der Zweckmässigkeit, die als Laubblätter, Kelch-, Kronenblätter, Staubgefässe u. s. w. bezeichneten Anhangsorgane der Stengeltheile alle als „Blätter" begrifflich zusammenzufassen, da sie hierzu genügend Gemeinsamkeiten aufweisen, wie ihre Stellung, ihre unter Umständen gegenseitige Ersetzbarkeit, das Vorkommen von Blättern, die zum Theil z. B. laubblattartig, zum Theil kronenblattartig ausgebildet sein können, die von Caspar Friedrich Wolff zuerst nachgewiesene Uebereinstimmung ihrer Entstehung u. s. w. Die weitere wichtige Frage, woher denn nun diese Gemeinsamkeiten kommen, wie diese sich erklären, ist damals zwar nicht beantwortet worden, aber Goethe hatte in seinem gesunden Denken und Fühlen, wie u. a. aus den Eingangs erwähnten Sätzen hervorgeht, keineswegs die Meinung nur eine terminologische That zu vollbringen, sondern er sah ein Problem, dessen exact-naturwissenschaftliche Lösung ihm freilich die Zeit, in der er forschte, schwer machen musste, das er aber für sich in seiner Weise löste durch die sich ihm aufdrängende Anschauung, dass die Blätter der „Idee" nach gleich seien. Er sagt, und dieser Satz ist der Leitsatz seiner biologischen Studien: „Dass nun das, was der Idee nach gleich ist, in der Erfahrung entweder als gleich oder als ähnlich, ja sogar als völlig ungleich und unähnlich erscheinen kann, darin besteht eigentlich das bewegliche Leben der Natur." Klarer konnte Goethe seine Anhängerschaft an Plato's Ideenlehre nicht aussprechen. Erst die Descendenztheorie, die den Biologen nunmehr in Fleisch und Blut übergegangen ist, vermochte eine den Naturforscher befriedigende Lösung zu bringen. Der Begriff Blatt gewann in Folge dieser Theorie tieferen Gehalt durch die nunmehr nothwendige Annahme, dass die Eigenthümlichkeiten, welche so heterogene Bildungen, wie Keim-, Laub-, Kronen-, Fruchtblätter u. s. w. miteinander verbinden, sich einfach

aus der gemeinsamen Abstammung her erklären. Die Descendenztheorie umschliesst ja die Annahme, dass ganz allgemein complicirtere Verhältnisse sich aus einfacheren heraus im Laufe der Generationen entwickelt haben, und so ist in unserem Specialfall die Folgerung nothwendig: die ausserordentliche Mannigfaltigkeit, welche heute die Blätter in ihrer Gestaltung und Function aufweisen, ist allmählich aufgetreten durch Arbeitstheilung und Uebernahme neuer Functionen ursprünglich übereinstimmender Organe. Form und Function gehören ja untrennbar zusammen, so dass eine Aenderung der letzteren mit einer Aenderung der ersteren und umgekehrt unmittelbar verknüpft ist.

Goethe hat die Einsicht, dass die Organismen in descendenztheoretischem Sinne zusammenhängen, nicht ganz gefehlt; wenigstens hat er vorübergehend diese Ansicht ausgesprochen. So sagt er:

„Bei gewohnten Pflanzen, so wie bei anderen längst bekannten Gegenständen denken wir zuletzt gar nichts; und was ist Beschauen ohne Denken? Hier in dieser neu mir entgegentretenden Mannigfaltigkeit wird jener Gedanke immer lebendiger, dass man sich alle Pflanzengestalten vielleicht aus einer entwickeln könne. Hierdurch würde es allein möglich werden, Geschlechter und Arten wahrhaft zu bestimmen, welches, wie mich dünkt, bisher sehr willkürlich geschieht. Auf diesem Punkte bin ich in meiner botanischen Philosophie stecken geblieben, und ich sehe noch nicht, wie ich mich entwirren will. Die Tiefe und Breite dieses Geschäfts scheint mir völlig gleich.“ — Und an einer anderen Stelle: „Das Wechselvolle der Pflanzengestalten hat in mir mehr und mehr die Vorstellung erweckt, die uns umgebenden Pflanzenformen seien nicht ursprünglich determinirt und festgestellt, ihnen sei vielmehr bei einer eigensinnigen generischen und specifischen Hartnäckigkeit eine glückliche Mobilität und Biegsamkeit verliehen, um in so viele Bedingungen, die über den Erdkreis auf sie einwirken, sich zu fügen, hiernach bilden und umbilden zu können. Hier kommen die Verschiedenheiten des Bodens in Betracht; reichlich genährt durch Feuchte der Thäler, verkümmert durch Trockne der Höhen, geschützt vor Frost und Hitze in jedem Maasse, oder beiden unausweichbar blossgestellt, kann das Geschlecht sich zur Art, die Art zur Varietät, diese wieder durch andere Bedingungen ins Unend
sich verändern . . . die allerentferntesten jedoc

eine ausgesprochene Verwandtschaft, sie lassen sich ohne Zwang unter einander vergleichen."

Der vollen Tragweite der Annahme der Descendenz für die Probleme der Morphologie waren er und seine Zeit sich aber noch nicht bewusst. Trotzdem mussten die Thatsachen doch schon ihm und überhaupt denjenigen, die sich mit dem Gegenstande beschäftigten, Redewendungen und Worte aufdrängen, die durchaus im Sinne der Descendenztheorie liegen; aber da diese noch keinen Einfluss auf die Forschungen übte, sie aber vorläufig allein die Erscheinungen zu erklären vermag, mussten die Resultate der Morphologen einen immerhin metaphysischen Sinn gewinnen. Goethe's Ausdruck „Metamorphose", Wendungen wie die Kronenblätter sind „umgewandelte" Staubblätter, die Anhangsorgane der Stengel „sind nichts anderes, als mannigfaltig zur Verschiedenheit ihrer Zwecke abgeänderte Blätter"*), konnten damals nur bildlich verstanden werden, da eine körperliche Umänderung, Umwandlung des einen Organs in das andere, nicht beobachtet wird und der phylogenetische Begriff der Umwandlung noch nicht vorhanden war oder doch nicht berücksichtigt wurde. Dass die in Rede stehenden Autoren vermeinen, mehr als nur eine bildliche Ausdrucksweise zu gebrauchen, ist freilich richtig: man vergleiche nur die Eingangs citirten Sätze Goethe's. Es wirkt eben, wiederhole ich, hier noch die Aufsuchung von „Ideen" im Sinne Plato's nach, womit der Naturforscher nichts anfangen kann. Diese Auffassung kommt auch in der fleissigen Arbeit Alf. Kirchhoff's zum Durchbruch**), ohne dass freilich dieser Autor dabei eine Einwendung macht; denn so klar nun auch durch die Descendenztheorie der Weg für die morphologische (oder morphogenetische) Betrachtung des Blattes vorgezeichnet ist, sind doch die Einflüsse der älteren Goethe-Braun'schen Morphologie noch mannigfach auch dort übermässig zu verspüren, wo durch die Annahme der Descendenz eine vollkommene Verschiebung der „Erklärungen" und „Deutungen" eintreten müsste. Diese Thatsache ist es, welche Auseinandersetzungen wie die vorliegende rechtfertigt.

---

*) Batsch: Botanik für Frauenzimmer, Weimar 1795, S. 104. — Ich citire gerade den Jenenser Prof. Batsch, weil er mit Goethe in Beziehungen stand und einer derjenigen war, welche damals Goethe's Metamorphosen-Lehre Beachtung schenkten.

**) Die Idee der Pflanzen-Metamorphose bei Wolff und Goethe. (2. Jahresber. über die Luisenstädtische Gewerbeschule in Berlin. Berlin 1867, S. 25.)

Wir gehen also aus von der nunmehr nothwendigen Annahme, dass die Uebereinstimmungen des Blattes, die sie trotz ihrer grossen Mannigfaltigkeit bewahren, in ihrer gemeinsamen morphogenetischen Herkunft aus ursprünglich untereinander übereinstimmenden Stücken ihren Grund finden, oder mit anderen Worten darin, dass die einzelnen Blattarten im Laufe der Generationen aus einander durch Umbildung, Anpassung an neue Functionen hervorgegangen sind, sodass zurückgehend schliesslich die ersten echten Blätter, das wären die als Urblätter zu bezeichnenden Organe, untereinander noch keine functionellen und formellen Verschiedenheiten aufgewiesen haben.

Die wichtigsten Functionen des Urblattes sind Assimilation und Fortpflanzung. Auch an heutigen Pflanzen-Arten kommen diese beiden Functionen noch oft auf einem und demselben Blatt vereinigt vor, das dann bequem als Assimilations-Sporophyll oder kurz Laub-Sporophyll (Trophosporophyll) bezeichnet werden kann; so ist es bei vielen Farn (Polypodium u. s. w.). Als zweites Stadium sehen wir eine Arbeitstheilung dahingehend auftreten, dass ein und dasselbe Blatt zum Theil der Assimilation, zum andern Theil ausschliesslich der Fortpflanzung dient (Osmunda u. s. w.). Drittens endlich ist die Trennung in nur assimilirende Blätter, Laubblätter (Trophophylle) und nur der Fortpflanzung dienende Blätter, Sporophylle (wie z. B. bei Onoclea struthiopteris), vollzogen. In ebenso allmählichen Uebergängen sehen wir immer mehr Blattarten entstehen, sodass wir schliesslich ausserdem noch u. a. unterscheiden können: Keim-, Nieder-, Laub-, Hoch-, Kelch-, Kronen-, Nectar-, Staub- und Fruchtblätter.

Die grössere oder geringere Wichtigkeit für's Leben muss im Grossen und Ganzen innerhalb der Generationsreihen die Reihenfolge im Auftreten der verschiedenen Blattarten bedingt haben, abgesehen von Blättern wie z. B. gewisse Nieder- und Hochblätter, die vielleicht eine besondere Function nicht besitzen, und irgend wann, eventuell durch Rudimentirung functionell wichtiger Blätter entstanden sein können.

Wie man sich das für die Niederblätter der Cycadaceen speciell vorzustellen hat, habe ich ausführlich dargelegt.*) Hiernach das Folgende:

---

*) Die Wechsel-Zonenbildung der Sigillariaceen. Jahrb. d. Kgl. preuss. geolog. Landesanstalt für 1893.

Eine Anzahl Sigillaria-Reste des Carbons zeigt eine Wechselzonenbildung, ähnlich derjenigen unserer meisten lebenden Cycadaceen, nur mit dem Unterschiede, dass bei der letztgenannten Familie in den miteinander abwechselnden Zonen auch Blätter verschiedener Formationen (Nieder- und Laubblätter) abwechseln, während bei den Sigillarien angenommen werden muss (allenfalls

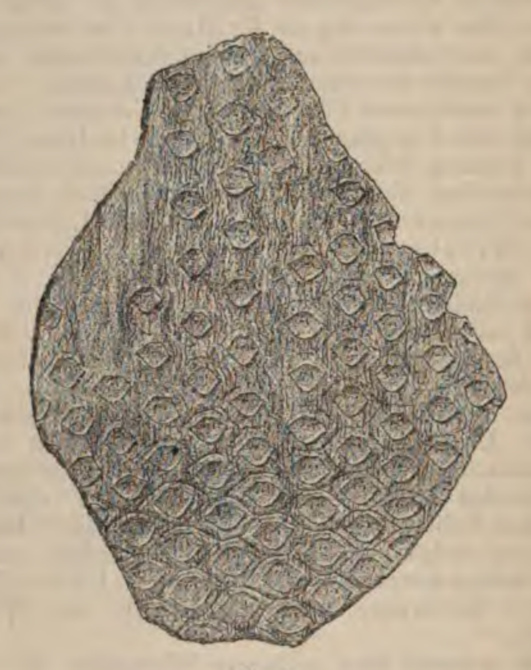


Fig. 1.
Ein Stück der epidermalen Stamm-Oberfläche von Sigillaria Bradi.

mit Ausnahme von Sigillaria camptotaenia, die sich vielleicht auch in dieser Hinsicht den Cycadaceen nähert), dass auch die enger narbigen Zonen Laubblätter getragen haben. Es geht dies schon daraus hervor, dass die Wechselzonen bei den Sigillarien nur in exquisiten Fällen, Fig. 1, so auffallend sind, dass einzelne Stücke aus der weitnarbigen oder engnarbigen Zone — vor der Kenntniss von Stücken, wie die herangezogene Figur ein solches veranschaulicht, das die Zusammengehörigkeit

erweist — in ganz verschiedene systematische Gruppen gethan wurden. Fig. 2 demonstrirt ein Stück mit einer engnarbigen Zone e, die oben und unten von je einer weiter narbigen Zone w begrenzt wird. Stücke, an denen die Entfernung und die Höhe der Blattnarben von einander in den aufeinander folgenden Zonen nur wenig variirt, sind häufiger. Von diesen zu den extremen Fällen kommen alle Uebergänge vor. Es giebt Exemplare, die sicher zu ein und derselben Art gehören, welche Wechselzonen-Bildung zeigen, andere, welche davon frei sind. Diese Thatsache und andere, z. B. auch die schon erwähnte, dass die Wechselzonen bei den Sigillarien oft nur sehr schwach in die Erscheinung treten, nöthigt mich anzunehmen, dass es sich hier nicht um eine specifische Eigenthümlichkeit handle wie bei den Cycadaceen, sondern die Veranlassung zur Wechselzonen-Bildung bei den Sigillariaceen in directen äusseren Einflüssen zu suchen, sie also in denselben Zusammenhang zu bringen ist, wie die durch Licht-, Wärme- und Ernährungsverhältnisse bedingten Verschiedenheiten in der Länge der Internodien bei den recenten Pflanzen. Wirken solche äusseren Einflüsse periodisch, so könnten sich aus den engnarbigen Zonen durch Anpassung an die äusseren Verhältnisse Zonen mit verschiedenen Blattformationen wie bei den recenten Cycadaceen entwickeln, und es liegt wohl sehr nahe, sich die Zonen-Bildung der Cycadaceen in der That so entstanden zu denken.



Fig. 2.

Wir können also bezüglich der Wechselzonen 3 Fälle unterscheiden:

1. Bei ungünstigeren Witterungsverhältnissen wird

das Längenwachsthum wie überhaupt so natürlich auch bei Sigillaria verlangsamt; es entstehen dadurch an den Stengeltheilen Zonen mit enger stehenden und weniger hohen Narben, aber die Blätter werden nicht oder kaum alterirt, wenigstens müssen wir wohl das letztere bei der Sigillaria Brardii und anderen Arten auf Grund der Uebereinstimmung der Narbenformen annehmen.

2. Unter gewissen Umständen verlangsamt sich das Längenwachsthum und die Form der Blattnarben wird eine ganz andere; wir gewinnen an entblätterten Stämmen den Eindruck, dass sie mit 2 verschiedenen, mit einander abwechselnden Blattformationen besetzt waren. Die Zonenbildung ist aber noch nicht zu einem specifischen Merkmal geworden, sondern tritt nur als Reaction auf die Witterungsverhältnisse auf. Ein Beispiel für diesen Fall ist die schon genannte Sigillaria camptotaenia Wood, von welcher Grand' Eury ein gut erhaltenes Exemplar bekannt gemacht hat, das nicht weniger als 5 Zonen zeigt: immer abwechselnd eine mit ganz schmalen, kurz cordaitiformen Blattnarben und eine mit hohen, typisch sigillariformen. Die Blätter der engnarbigen Zonen dieser Species müssen sich ganz entschieden in ihrer Form und Ausbildung von den Blättern der lockernarbigen Zonen bedeutend unterschieden haben: das lehrt ohne Weiteres der grosse Unterschied in der Form der Blattnarben beider Zonen-Arten; denn mindestens müssen doch die Blätter, welche den strichförmigen Narben angesessen haben, wesentlich weniger dick gewesen sein, als die der anderen Blattnarben.

3. Nichts ist, wie angedeutet, naheliegender als die Annahme, dass sich während des Eintritts jährlichen periodischen Witterungswechsels die engnarbigen Zonen vererbbar gefestigt haben, und so gelangen wir zu dem dritten Fall, der bei den meisten unserer heutigen Cycadaceen verwirklicht ist, bei denen die Blätter der kleinnarbigen Zonen auf ein ausserordentliches Maass reducirt erscheinen.

Die Auffassung der Cycadaceen-Niederblätter als metamorphosirte Laubblätter*) ist also bequem begründbar, überdies noch durch das Experiment dadurch, dass man künstlich Anlagen, die sonst Niederblätter (Knospenschuppen) geworden wären, zur Ausgestaltung als Laubblätter veranlassen kann**). Es wären danach diese Laubblätter als Rückschläge aufzufassen.

*) A. W. Eichler, Cycadaceae in Engler und Prantl's natürlichen Pflanzenfamilien, II. Theil, Leipzig 1889, S. 7.

**) Vergl. Goebel, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Botan. Ztg. 1880.

Auch bei den eigentlichen Coniferen treten Niederblätter im Verlaufe der Formationen erst verhältnissmässig spät auf.*) Die ältesten Coniferen wie die Araucarieen — und mit diesen sind erstere wohl mindestens nahe verwandt — weisen noch keine Scheidung in Knospen-

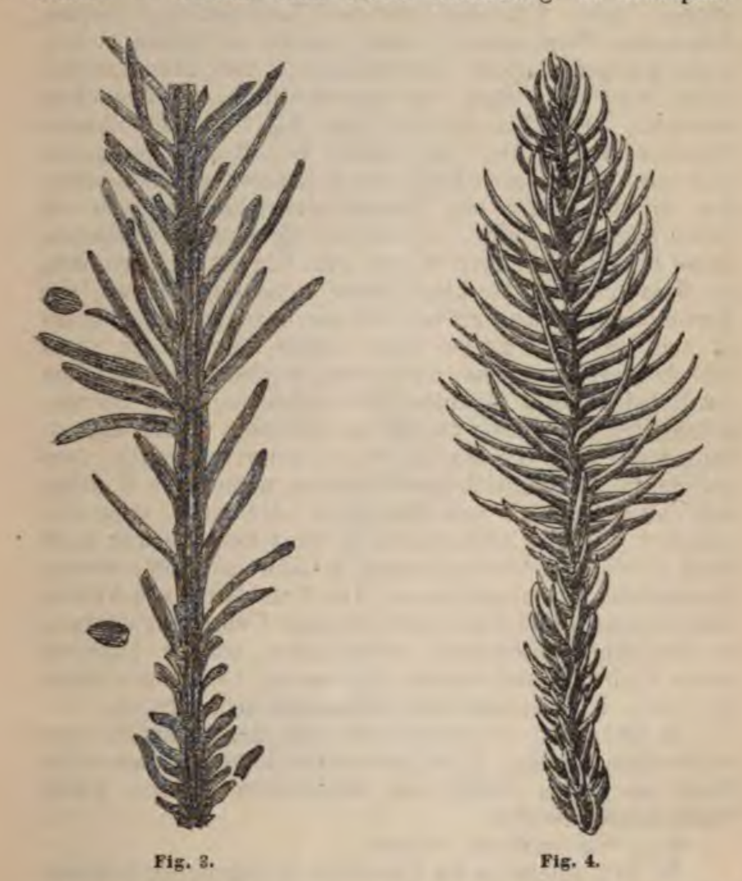


Fig. 3. Fig. 4.

Schuppen (Niederblätter) und Laubblätter auf und auch die schuppenförmigen Laubblätter der Coniferen treten erst lange nach den mehr minder nadelförmigen auf. Schon bei den ältestbekannten, sicheren Coniferen kann man entsprechend den Verhältnissen, die sich durch die Wechselzonen der Sigillarien kundthun, Zonen kürzerer

*) Vergl. mein Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie. Berlin 1899, S. 322—323 und S. 301—302.

und längerer Blätter beobachten. Solche Zonen von Lang- und Kurzblättern sind sogar ein Charakteristicum der meisten Arten der Gattung Voltzia, Fig. 3. Wenn das auch bei dieser Gattung besonders auffällig ist, so sind doch die gegen Ende einer Vegetationsperiode gebildeten Blätter vieler Pflanzen (so bei Lycopodium, Isoëtes, Araucaria, Cryptomeria u. s. w.) kleiner als die zu Anfang einer solchen Periode entstandenen. Besonders augenfällig wie bei Voltzia ist das zuweilen bei Araucaria excelsa. Die Kurzblätter des Fig. 4 abgebildeten Sprosses dieser Art, von einem bei Berlin gezogenen Exemplar, sind gegen Ende des Sommers, die Fortsetzung des Sprosses mit den Langblättern hingegen ist im darauffolgenden Jahre, zu Beginn desselben entstanden. Diese Eigenthümlichkeit ist von dem Gärtner fixirt worden, so dass es ein Merkmal einer besondern Rasse der Norfolktanne geworden ist, wie es ein solches von Voltzia zu sein scheint. Es sei auch darauf hingewiesen, dass bei Araucaria excelsa und ihren nächsten Verwandten (auch bei Sequoia gigantea) die zapfentragenden Sprosse kurzblättriger sind als die sterilen Sprosse. In Zusammenhang mit diesen Thatsachen ist es bemerkenswerth, dass gerade die ältesten sicheren Coniferen, namentlich Walchia und Voltzia, und die mit ihnen mehr oder minder nahe verwandten heutigen Araucarieen in ihrer Beblätterung noch keine Scheidung (Arbeitstheilung) in Laub- und Niederblätter (Knospenschuppen) aufweisen. Die Kurzblätter von Voltzia und Araucaria sind daher wohl als eine Uebergangsbildung zu den Knospenschuppen aufzufassen, welche letzteren durch Fixirung und weitere Anpassung von Kurzblättern im Laufe der Generationen entstanden sein dürften.

In Vergleich zu diesem sich aus der Palaeontologie ergebenden Resultat ist es gewiss von Interesse, dass z. B. Pinus im ersten Jahre nur Nadelblätter, noch keine Niederblätter besitzt.

Noch ein weiteres Beispiel:

Zu den zuletzt in die Erscheinung getretenen Blättern gehören zweifellos die Nectarblätter, wie sie z. B. so schön bei Helleborus, Fig 5, vorhanden sind; sie zeigen denn auch noch so viele Anklänge z. B. an die Blätter des Perianths (des Kelches resp. der Krone) wie bei der genannten und vielen anderen Ranunculaceen, und es drängt sich ihre morphogenetische Herkunft so stark und unwiderleglich auf, dass sie ja von den Botanikern als besondere Blätter nicht angesehen, sondern als „in Nectarien umgewandelte Kronenblätter" u. s. w. bezeichnet

werden. Da die Urblätter offenbar Assimilations-Sporophylle (Trophosporophylle) waren, so können natürlich



Fig. 5.

Blüthe von Helleborus niger. I von Innen gesehen, II dieselbe von der Seite gesehen nach Wegnahme der vorderen Hälfte. Bd = Blüthendecke, Ne = Nectarblätter, St = Staubblätter, Fr = Fruchtblätter mit Griffel G, Narben Na u. Samenanlagen E.

mit genau demselben Rechte alle die in unserer Reihe genannten Blätter von den Keim- bis zu den Fruchtblättern „umgewandelte Trophosporophylle" heissen. Es erhellt hieraus ohne Weiteres, dass eine sachliche Begründung

für die Uebergehung der Nectarblätter nicht vorhanden ist, abgesehen etwa von der sehr unbrauchbaren, dass sie der Neuzeit angehören oder deshalb „morphologisch minderwerthig“ seien, weil Nectarien auch an anderen Organen, wie Fruchtknoten u. s. w. vorkämen.*) Wohin man mit solchen Einwänden kommt, sieht man leicht: dann können auch sämmtliche anderen Blattarten und Organe überhaupt als „morphologisch geringwerthig“ charakterisirt werden, da z. B. auch von Stengelorganen die Assimilation übernommen werden kann und somit auch die Laubblätter nicht mitzurechnen wären.

Um das näher zu illustriren noch das Folgende:

Dass die Perianthblätter im Verlauf der phylogenetischen Entwickelung eine spätere Erscheinung gegenüber den Staub- und Fruchtblättern sein müssen, drückt sich indirect schon in der Zusammenfassung der ersteren als „unwesentliche“ Blüthenblätter im Vergleich zu den „wesentlichen“, den Staub- und Fruchtblättern, aus. Während sich für die Nectarblätter die Frage nach ihrer morphologischen Herkunft — wie angedeutet wurde — sehr leicht löst, ist das entsprechende Problem u. a. für die Perianthblätter noch vorhanden, d. h. die Aufgabe, ob die Perianthblätter im Verlauf der Generationen aus „wesentlichen“ Blüthenblättern hervorgegangen sind oder etwa aus der Reihe, die mit den reinen Assimilationsblättern (Laubblättern) beginnt, harrt noch ihrer eingehenderen Lösung. Sieht man das gelegentliche Auftreten von Staubblättern an Stelle der Blumenblätter, wie das ein Charakteristicum der Varietät apetala von Capsella bursa pastoris ist, als Atavismus an, nun, so ist damit die Annahme ausgesprochen, dass die Kronenblätter in morphogenetischer Hinsicht umgewandelte Staubblätter sein können. Uebrigens sagt schon der treffliche Adalbert von Chamisso**): „Die Betrachtung der Naturspiele, der Missbildungen und Monstruositäten verbreitet viel Licht über die Bedeutung der Organe, die sie betreffen. Wir werden demnach bei den Kreuzblumen die Kronenblätter als umgewandelte Staubgefässe betrachten,

---

*) Ich selbst habe denn auch in meiner Illustrirten Flora von Nord- und Mittel-Deutschland, 4. Aufl., Berlin 1889 und in den Elementen der Botanik, 3. Aufl., Berlin 1894, diejenigen Nectarien, die sich als Blätter charakterisiren, auch als besondere Blüthenblätter markirt.

**) Uebersicht der nutzbarsten und der schädlichsten Gewächse, welche wild oder angebaut in Norddeutschland vorkommen. Nebst Ansichten von der Pflanzenkunde und dem Pflanzenreiche. Berlin 1827, S. 31—32.

und die Natur bestätigt in der That diese Deutung an dem Täschelkraut (Thlaspi Bursa pastoris L.), welches man oft ohne Blumenkrone und mit zehn ausgebildeten Staubgefässen antrifft. Diese Spielart lehrt uns, wie die Bildung der Kreuzblumen von dem Gesetze abzuleiten sei, zu welchem sie zurückgekehrt ist", oder wie wir also heute uns ausdrücken, zu welchem sie zurückgeschlagen ist. Die Bemerkung, dass es sich in dem Auftreten von Staubblättern an Stelle von Blumenblättern hier wahrscheinlich um eine Correlations-Ercheinung handle, könnte als eventueller Einwand gegen die Verwerthung des Falles in der vorgeführten Weise nicht gelten, da Correlationen, die sich durch das ausnahmsweise Auftreten bestimmter Organe (bei uns Staubblätter) an Stellen äussern, wo sonst Organe anderer Art (bei uns Blumenblätter) sich finden, doch eben auf die nahe morphogenetische Verwandtschaft der sich gegenseitig vertretenden Organe hinweisen.*) Uebrigens sprechen für die Entstehung der Kronenblätter aus den Staubblättern noch manche andere Facta, wie u. a. der allmähliche formale Uebergang der Staubblätter in die Kronenblätter von Nymphaea alba. Die umgekehrte morphogenetische Entwickelung anzunehmen, also die Entstehung der Staubblätter aus den Kronenblättern, ist bei der hohen Wichtigkeit der ersteren gegenüber den letzteren ausgeschlossen. Auch andere Autoren sind geneigt, die morphogenetische Herkunft von Perianthblättern aus Staubblättern anzunehmen, wie Celakowsky für die Narcissen (auf Grund von Monstrositäten) die Perigonblätter derselben für metamorphosische Staubblätter hält.

Verharrt man hier bei derselben Art von Logik, wie sie gegenüber den Nectarblättern allgemein zur Anwendung kommt, so dürften auch die Kronenblätter in Fällen wie Capsella ständig als „umgewandelte Staubblätter" bezeichnet werden müssen. Man erwidere nicht, dass die beiden Fälle doch insofern verschieden seien, als die Richtigkeit der morphogenetischen Deutung der Nectarblätter doch bei Weitem besser gestützt sei als diejenige der Kronenblätter; ein solcher Einwand ist nicht stichhaltig, denn die Unterscheidung von Organen gründet sich nicht auf den Stand der jeweiligen Erkenntniss ihrer morphogenetischen Verhältnisse, sondern doch eben nur auf die gestaltliche und physiologische

*) Eine hübsche, kurze Uebersicht über die Correlations-Erscheinungen bietet K. Goebel in seinem gemeinverständlichen Vortrag „Ueber die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzen-Organe". Berlin 1884.

Unterscheidbarkeit derselben. Das ist freilich äusserst trivial, und doch muss es bei der betrübenden Thatsache, dass so manche Morphologen mit der Logik auf gespanntem Fusse stehen, gesagt werden. Entweder: man unterscheidet das Unterschiedene, oder: alle Organe sind nur unter einen einzigen Begriff zu fassen. Für die einen in der einen Weise zu verfahren, für die anderen jedoch anders, zeugt sicherlich nicht von Klarheit.

Es ist schon angedeutet worden, dass wohl die Assimilations-Sporophylle (Trophosporophylle) zunächst in Assimilationsblätter (Laubblätter, Trophophylle) und reine Sporophylle im Verlaufe der Generationen auseinandergegangen sein dürften. Welche von den später entstandenen Blattarten dann aus den Trophophyllen und welche aus den Sporophyllen hervorgegangen sind, birgt noch mannigfache Probleme. Die Keim-, Nieder- und Hochblätter dürften aus den ersteren, die anderen in unserer Reihe genannten Blätter aus den Sporophyllen sich gebildet haben. Das Schema Fig. 6 entfernt sich von den thatsächlichen Möglichkeiten vielleicht nicht gar zu weit.

Es sind hier gemäss den gewählten Beispielen (Capsella b. p. apetala, Nymphaea alba) die unwesentlichen Blüthenblätter aus den Staubblättern hergeleitet worden; in anderen Fällen mögen unwesentliche Blüthenblätter auch aus Fruchtblättern entstanden sein, wieder in anderen aus Hochblättern, wie die auch dorthin führenden Linien andeuten sollen. Uebergangsbildungen zur Illustration des letzterwähnten Falles sind die farbigen Hochblätter wie bei Melampyrum nemorosum, Cornus suecica, Astrantia u. s. w.

Es ist nach alledem klar, dass eine scharfe Trennung der einzelnen Blattformationen nicht möglich ist, dass mit anderen Worten die Ventilation der Frage, ob ein bestimmtes Blatt, das sowohl Eigenthümlichkeiten einer Blattformation a als auch von b besitzt, nur zu a oder b gehört, ganz und gar der wissenschaftlichen Bedeutung entbehrt, da es sich in solchem Falle nur um eine rein terminologische Frage handelt.

Es ist zweifellos, dass sich durch die ewigen Betonungen der Unterschiede und die zu wenig berücksichtigten Uebereinstimmungen der Blattformationen, namentlich bei den Morphologen, die wesentlich der den Sinn für das Unterscheidende weckenden systematischen Botanik dienen, hier ein eingefleischtes Widerstreben erzeugt haben, direct verbindende Eigenthümlichkeiten als gleichberechtigte Thatsachen, die sie nun einmal sind, anzuerkennen.

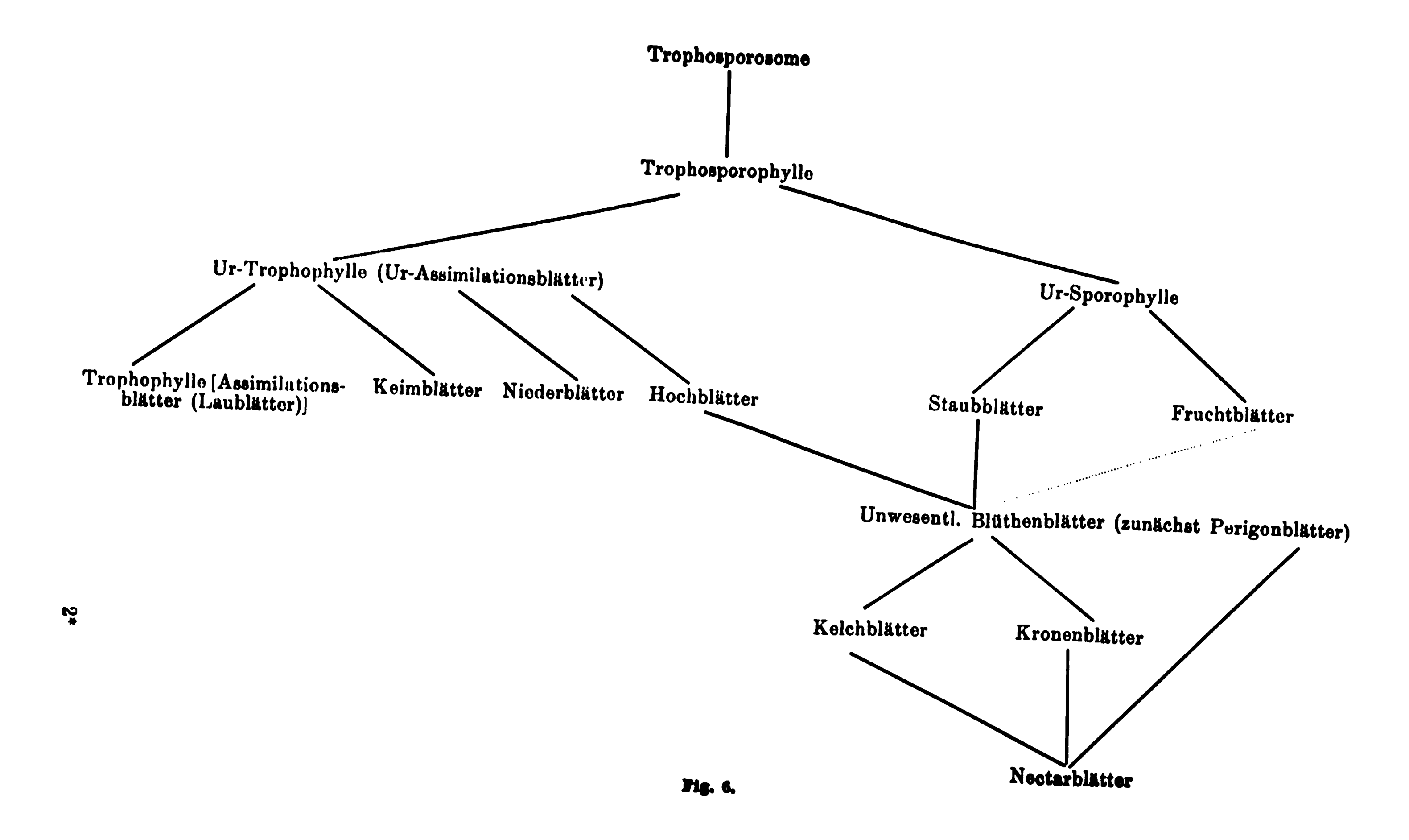

Trophosporosome
Trophosporophylle
Ur-Trophophylle (Ur-Assimilationsblätter)
Ur-Sporophylle
Trophophylle [Assimilations-
blätter (Laublätter)]
Keimblätter
Niederblätter
Hochblätter
Staubblätter
Fruchtblätter
Unwesentl. Blüthenblätter (zunächst Perigonblätter)
Kelchblätter
Kronenblätter
Nectarblätter

Fig. 6.

Sind also auch noch viele Unklarheiten in dem Theil der Morphologie vorhanden, der sich mit dem Blatt beschäftigt, so hat sich doch die Einsicht wenigstens von der Berechtigung nach der gegenseitigen morphogenetischen Herkunft der Blätter zu fragen, Bahn gebrochen, wenn auch in der Richtung nur wenig geschieht und daraus sich ergebene Folgerungen noch keineswegs hinreichend beachtet werden.

Aus der Annahme der Descendenzlehre folgt aber nun des Weiteren die Nothwendigkeit der Frage auch nach der morphogenetischen Herkunft des Blattes selbst, d. h. der Frage: wie und aus welchen ursprünglichen Organen oder Organtheilen sind die Blätter im Laufe der Phylogenesis der Pflanzen hervorgegangen?*) Dass dieses Problem bisher noch nicht mit vollem Bewusstsein gestellt wurde, ist merkwürdig. Im Gegentheil, es sind immer noch mächtige Nachwirkungen aus der Zeit zu verspüren, die die Organe — schliesslich Wurzel, Stengel, Blatt und Trichom — als absolut dastehende, unüberbrückbare annahm, sodass vielfach vor einer eingehenden Vergleichung von Thallus, Stengel und Blatt Halt gemacht wird.

Caspar Friedrich Wolff hatte die Stengel-Organe und Blätter als unvereinbar gegensätzlich gedacht, also der Volks-Anschauung gehuldigt; aber er war zu dieser Ueberzeugung durch exacte entwickelungsgeschichtliche Thatsachen gelangt, die ihm die Blätter seiner Untersuchungs-Objecte als stricte Seiten-Organe erkennen liessen: hat er doch bei Brassica bereits den Vegetationspunkt gesehen und als solchen erkannt. Als Schema von Wolff's Ansicht mag Fig. 7 dienen: x ist das Stengel-Organ, y sind die Blätter. Die Lücken an den Ansatzstellen der letzteren sollen daran erinnern, dass nach dieser Ansicht Stengel und Blätter Stücke für sich sind.

Goethe sieht im Gegensatz hierzu die Pflanze aus lauter einheitlichen Stücken zusammengesetzt. Ein Spross besteht nach ihm — wie das Schema Fig. 8 veranschaulichen soll — im Princip aus Stengelstücken, die oben je ein Blatt tragen; je ein Stengelstück und ein Blatt gehören als eine Einheit zusammen: in dieser glaubt er das x gefunden zu haben. Auf dieser Ansicht fussen Gaudichaud (1841), Delpino (1880) und Andere.

Um eine Vergleichung der heute als „morphologische

---

*) Gerade diese Frage habe ich in meinem Vortrag „Die Metamorphose" ausführlicher behandelt.

Einheiten“ angesehenen Stengel-Organe einerseits und Blätter andererseits zu bewerkstelligen, ihren gegenseitigen morphogenetischen Zusammenhang zu erkennen, liegt es hinsichtlich der Blätter auf der Hand, dass wir bei denjenigen Pflanzen anknüpfen müssen, die zwar noch keine Blätter besitzen, aber im natürlichen System (das ja nach Möglichkeit bemüht ist, ein phylogenetisches System zu sein) echt-beblätterten höheren Pflanzen am nächsten stehen: das sind die Algen. Das Gros der Algen besitzt nur Thalluskörper, also Körper, die eben noch nicht in

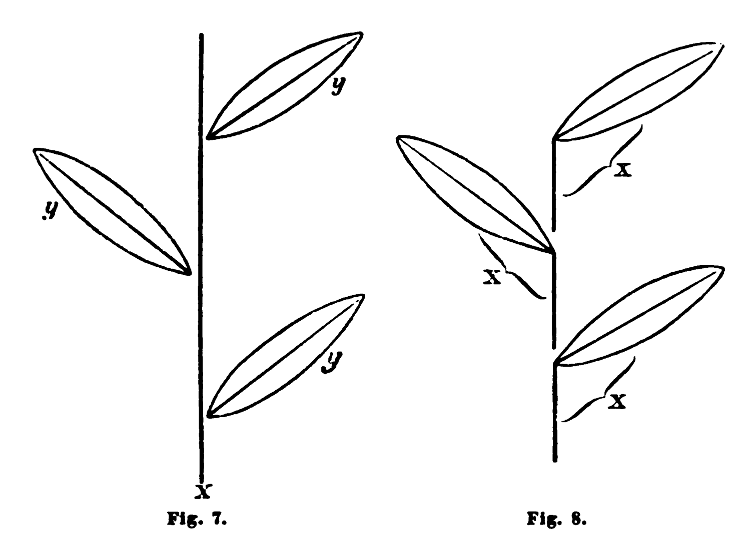


Fig. 7. Fig. 8.

Stengel- und Blatt-Organe gegliedert sind, aber ein Theil von ihnen zeigt schon eine so deutliche Sonderung in assimilirende und der Fortpflanzung dienende Anhangsorgane, also in Blätter einerseits, und in Glieder, welche die Blätter tragen und weniger der Assimilation als der Leitung von Nährsubstanz dienen, also in Stengelorgane andererseits, dass gerade bei den Algen Uebergangsbildungen zwischen den beiden Typen von vornherein zu erwarten sind und somit gerade hier ein Hinweis zur Lösung unserer Frage am ehesten zu erwarten ist.

Die typische Verzweigung der entwickelteren Algen, die für uns in Betracht kommen, ist die echt-dichotome, wenigstens der Anlage nach, Fig. 9. Wo dieser Verzweigungsmodus sichtbar für die späteren Altersstadien beibehalten wird, wo wir also mehrfach-gegabelte Thallusbildungen haben wie bei Chondrus, Fucus u. s. w., nehmen die

einzelnen Gabelglieder zu einander gleichen Rang und gleiche Stellung am Gesammtkörper ein; alle haben sie denn auch gleiche Functionen: sie assimiliren und bilden die Fortpflanzungsorgane: es sind Trophosporosome. Erst wenn die dichotom angelegten Thallusglieder einen verschiedenen Rang hinsichtlich ihrer gegenseitigen Stellung insofern einnehmen, als der eine Gabelzweig in die directe Fortsetzung des vorausgehenden Gliedes, des Muttergabelgliedes, rückt und somit der Schwestergabelast in eine seitliche Lage kommt, Fig. 10, wird eine Arbeitstheilung eingeleitet: die in centrale Lage kommenden Glieder werden immer trägerstengelförmiger, die seitlichen hingegen immer blattförmiger, indem sie wie bei Delesseria sanguinea, Sargassum bacciferum u. s. w. durchaus flach werden und im Wesentlichen die Assimilation übernehmen. Dass man solche seitlichen Bildungen, deren morphogenetische Herkunft klar dieselbe ist wie die der zu den Axen der Pflanzen gewordenen Glieder, immer noch ungern und zaghaft als (Ur-)„Blätter“ bezeichnet, hat abgesehen von der Gewohnheit, die hier eine unberechtigte Rolle spielt, einen Grund gerade in der für uns so interessanten Thatsache, dass bei den in Rede stehenden höheren Algen noch höchst augenfällig so viele instructive Uebergangsbildungen zu den Axen-Gliedern vorkommen, die je weiter wir im System aufsteigen, immer mehr schwinden und schliesslich so wenig deutlich und erkannt sind, dass bei den höchsten Pflanzen die Kluft unüberbrückbar scheint. Da nun aber die morphologischen Begriffe ihre Definitionen und Begründungen auf Grund des Studiums der höchsten Pflanzen erhalten haben und ganz verkehrt die Organe, die Glieder des niederen Pflanzenkörpers durch die der höheren „erklärt“ wurden, anstatt es umgekehrt zu machen, ist es begreiflich, dass die Blätter und die Uebergangsbildungen derselben zu den Axengliedern nicht recht in die steifen, durch zu ausschliessliche Betrachtung der höheren Pflanzen gewonnenen Begriffsbestimmungen passen wollten.



Fig. 9.

Kurz und bündig muss nach der gegebenen Andeutung die Beantwortung unserer Frage lauten:

Die Blätter der höheren Pflanzen sind im Laufe der Generationen aus Thallusstücken hervorgegangen, dadurch, dass Gabeläste über-

gipfelt und die nunmehrigen Seitenzweige zu Blättern wurden.

Bezeichnen wir einen Algen-Gabel-Zweig, der sowohl der Assimilation als auch der Fortpflanzung dient, als ein **Trophosporosom** (wie sich ganz allgemein bequem alle pflanzlichen Glieder, die den beiden genannten Functionen gerecht werden und Thallus-Bildungen sind, nennen lassen, um ihre morphologische Natur zukennzeichnen), ein nur der Assimilation dienendes Stück als **Trophosom** und ein solches nur oder wesentlich der Fortpflanzung dienendes Stück als **Sporosom**, so würde das folgende Schema eine schnelle Anschauung von der morphogenetischen Ableitung der Tropho- und Sporophylle geben:

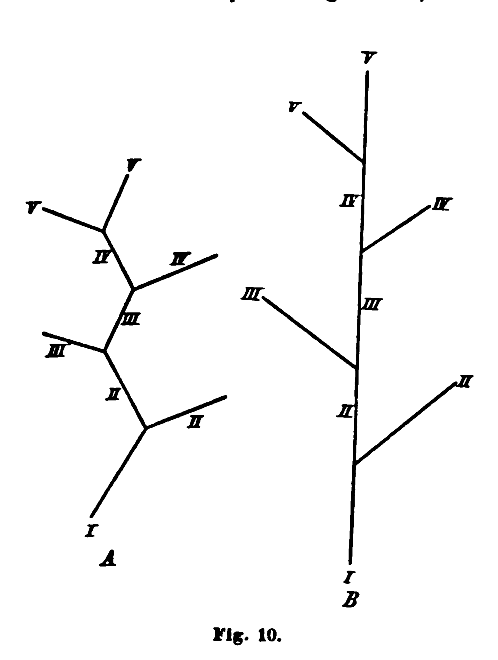


Fig. 10.

Beispiele	
Fucaceen	Trophosporosome (auch Trophosome u. Sporosome)
Polypodium-Wedel	Trophosporophylle
Onoclea struthiopteris	Trophophylle Sporophylle

Dass wir in der That von dichotom verzweigten Pflanzen auszugehen haben, ergiebt sich aus einer Anzahl schlagender Thatsachen, welche die Annahme begründen, dass die Vorfahren der höheren (beblätterten) Pflanzen, in ihren Organen nur die echt-dichotome Verzweig-

kannten, aus der sich im Laufe der Generationen die echt monopodiale Verzweigung entwickelt hat.*)

Um auch hier der Anschauung zu Hülfe zu kommen und einen übersichtlichen Vergleich zu den bei Wolff und Goethe erwähnten Ansichten zu haben, mögen die Schemata Fig. 9 bis 12 dienen.

Bei den Brauntangen, die den Vorfahren der höheren Pflanzen, deren Herkunft aus dem Wasser anzunehmen ist, am nächsten kommen dürften, haben wir den Fig. 9 angegebenen Aufbau aus Gabel-Verzweigungen. Eine Gabelung (Dichotomie) kommt zu Stande, wenn sich ein Vegetationspunkt in zwei neue Vegetationspunkte sondert, welche beide zu je einem Zweige auswachsen. Erreichen diese beiden gleiche Länge und verzweigen sich in derselben Weise weiter, so entsteht eine deutliche wiederholt-gabelige Verzweigung (Fig. 9); gabelt sich jedoch immer nur der eine der beiden Zweige und zwar abwechselnd, immer einmal der rechte und dann der linke (Fig. 10 A), oder immer nur der auf derselben Seite gelegene Zweig, oder endlich beliebig derjenige der einen und dann wieder der der anderen Seite, so wird wiederum, namentlich bei Geradestreckung des ganzen Systemes (Fig. 10 B), eine einheitliche Hauptaxe vorgetäuscht, während doch Verzweigungen vorliegen, die man am besten als auf Gabelungen beruhende Vielfuss-Verzweigungen (dichopodiale Sympodien) bezeichnen wird. Die übergipfelten Gabelzweige entwickeln sich im Laufe der Generation zu Blättern; Fig. 11, x^1 und x^2 des Schemas sind also morphologisch gleichwerthige Stücke. Aus den Stücken x^1 wird die Centrale, der Ur-Stengel, aus den Stücken x^2 werden die

*) Vergl. meine Abhandlung: „Die Beziehung zwischen dem echt-gabeligen und dem fiederigen Wedel-Aufbau der Farne". (Ber. der Deutschen botanischen Gesellschaft XIII. S. 244—257. Berlin 1895) oder den Vortrag „Die Metamorphose u. s. w.", in welchem ich u. a. die angedeutete Theorie von der Herkunft der Blätter eingehender zu begründen versucht habe. — Ich kann hier die Bemerkung nicht unterdrücken, dass der liebenswürdige bekannte Schriftsteller Carus Sterne (Dr. Ernst Krause) durch diese beiden Abhandlungen veranlasst, mir ein unveröffentlichtes Manuskript aus dem Jahre 1866 übersandte, in dem er bereits klipp und klar und nachdrücklich begründet, dass der Aufbau der Farn-Wedel sich aus echten Gabelungen herleite; er erörtert ausserdem eingehend diejenigen Eigenthümlichkeiten der Farnwedel, welche sie als Mittel-Bildungen zwischen echten Stengel-Organen und echten Blättern charakterisiren. Es ist sehr bedauerlich, dass das Manuskript damals nicht veröffentlicht worden ist: ich werde dasselbe in dem historischen Abschnitt einer ausführlicheren Darstellung über die Morphologie der Pflanzen zu würdigen versuchen.

Blätter. Die höheren Pflanzen compliciren ihren Bau — um der Centrale die für das Luftleben nöthige Festigkeit zu geben — dadurch, dass die Basaltheile der Blätter mit der Centrale streckenweise (zu „Pericaulom"-Bildungen) verwachsen und wir erhalten als Schema für den Aufbau der höheren Pflanzen das Bild Fig. 12. In dieser und in Fig. 11 wurden die ursprünglichen Gabelungsstellen durch kleine Kreuze (×) bezeichnet.

Von vornherein sei ein Schein-Einwand, den ich schon anderswo erwähnt habe, hier deshalb wiederholt, weil er

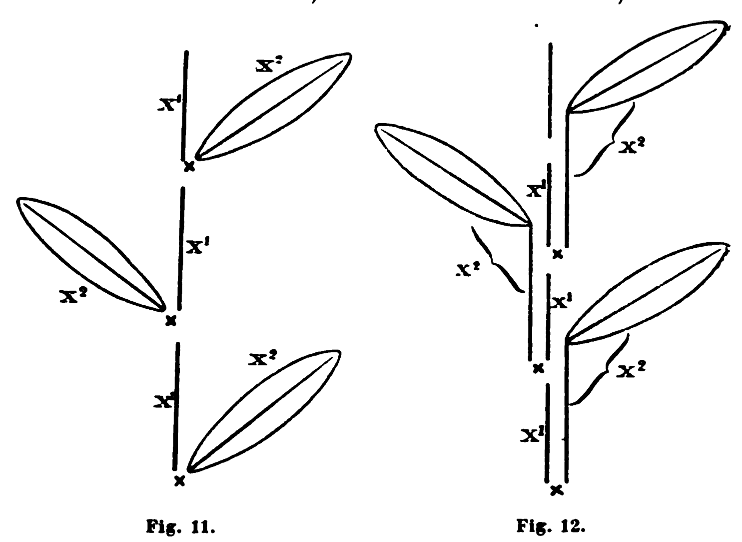


Fig. 11. Fig. 12.

durch eine mächtige Nachwirkung aus der Zeit Schleidens, die den entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen unberechtigt grossen Einfluss auf morphologische Deutungen einräumte, leicht auftaucht. Es ist der Einwand, dass im fertigen Zustande monopodial erscheinende Verzweigungen sich doch entwickelungsgeschichtlich (ontogenetisch) als dichotom angelegt ergeben müssten. Ich erwiedere, dass allerdings die Ontogenese Auskunft über die Phylogenese geben kann, dass das aber naturgemäss keineswegs nöthig ist. Denn, sage ich l. c., „nicht alle, nur einige wenige Eigenthümlichkeiten der Vorfahren behält die ontogenetische Entwickelung einer Art zurück. Wenn wir z. B. mit Recht die Endranke der Laubblätter der berankten Vicia-Arten für homolog dem Endblättchen der unberankten Vicia-Arten halten, so ist eben damit ausgesprochen, dass die Vorfahren der berankten Arten an Stelle der

Ranke ein Endblättchen besessen haben. Vicia sativa besitzt Ranken; die von mir bekannt gegebene Varietät imparipinnata dieser Art jedoch keine, aber an Stelle der Ranke oft ein kleines Laubblättchen. Letztere Erscheinung als Atavismus anzusehen wird in heutiger Zeit kaum irgend Anstoss finden, und doch kann man das entwickelungsgeschichtlich an der berankten Form nicht nachweisen. In der Entwickelungsgeschichte sprechen sich zwar vielfach und oft Erinnerungen an die Gestaltungsverhältnisse der Vorfahren aus, aber diese Erinnerungen können mit der Zeit ebenso schwinden, wie andere Eigenthümlichkeiten der Vorfahren geschwunden sind.“ Die Ontogenese vermag also die werthvollsten Winke über phylogenetische Fragen zu geben; sobald sie aber direct das zu erreichende Ziel einleitet, ist sie für letztere ganz werthlos.

Bei dem schon erwähnten, auf das Unterscheidende gerichteten Sinn der Systematiker muss das Sträuben, einen morphologischen Zusammenhang des Blattes mit den anderen „morphologischen Einheiten“ anzunehmen, noch intensiver sein als die Annahme solcher Zusammenhänge zwischen den einzelnen Blattarten; denn die extremen Blätter, diejenigen, die in ihren morphologischen Eigenthümlichkeiten sich am weitesten z. B. von den typischen Stengel-Organen entfernen, wie die Blätter der Angiospermen, bieten jetzt nur wenige vermittelnde Erscheinungen zu den Stengel-Organen. Das kann aber durchaus nicht Wunder nehmen. Das VII. phylogenetische Gesetz Nägeli's*) lautet: „Die durch Differenzirung ungleich gewordenen Theile erfahren eine Reduction, indem die Zwischenbildungen unterdrückt werden, und zuletzt bloss die qualitativ ungleichen Gestaltungen mit qualitativ ungleichen Functionen erhalten bleiben“. Die Begründung dieses Gesetzes ist l. c. nachzusehen. Trotzdem typische Blätter schon seit der Silurformation bekannt sind, sodass ihre extremen Besonderheiten sich bereits seit undenkbaren Zeiten festigen konnten, fehlen doch bemerkenswerther Weise Erscheinungen nicht ganz, welche ihre und der Ur-Stengelinternodien gemeinsame morphogenetische Herkunft erhellen helfen.

So wachsen Bildungen, die im Uebrigen Blattnatur aufweisen, wie die „Wedel“ der Filices und Cycadaceen spitzenständig wie typische Stengelorgane, und andererseits giebt es Stengel-Internodien, die wie die typischen Blätter basal wachsen, wie die Internodien der Equisetaceen. Es

*) Mechan.-phys. Theorie der Abstammungslehre. 1884 S. 405.

ist eben ganz begreiflich, selbstverständlich und zu fordern, dass es Organe giebt wie die Cycadaceen- und Farn-Wedel, die Uebergangsbildungen zwischen extrem-typischen Stengeln und Blättern darstellen, die mit anderen Worten Merkmale von beiden haben. Das Wort „Wedel" kann gut als morphologischer Terminus speciell für solche Blätter benutzt werden, die eine solche Hinneigung zu Stengelbildungen aufweisen: für Mittelbildungen, die nicht extrem-typische Blätter sind. Ein Streit, wie er einst über die „Blatt- oder Stengel-Natur" der Filices-Wedel herrschte, ist durchaus müssig, denn das Streben, alle Organe mit Gewalt in schroff geschiedene Kategorien zu bringen, die auf Grund weniger Thatsachen geschaffen worden sind: durchaus nach Gründen zu suchen, die die Zuweisung zu einer der Kategorien rechtfertigen, beruht auf der fälschlichen Annahme von den Pflanzenkörper zusammensetzenden absolut gegenüberstehenden Einheiten. Die Berücksichtigung aller Thatsachen bietet nicht nur keinerlei Anhalt für eine solche Annahme, sondern schlägt ihr mit Gewalt ins Gesicht. Auch das stets ins Feld geführte „unbegrenzte" Längenwachsthum von Stengelorganen im Vergleich zu dem „begrenzten" der Blätter ist zur Begründung eines fundamentalen, prinzipiellen Unterschiedes gänzlich werthlos, da die den Blättern homologen Ur-Internodien sowohl als die Internodien der höheren Pflanzen (= Ur-Internodien + Pericaulom-Bildungen) durchaus genau ein ebenso begrenztes Wachsthum besitzen wie die Blätter, was sich am augenfälligsten dann zeigt, wenn einmal (wie die „Cladodien" von Ruscus) gewisse Stengeltheile als assimilirende Flachsprosse dieselbe Function übernehmen, wie sie sonst den Laubblättern zukommt. Ferner wachsen gewisse Organe, die aus anderen Gründen zu den Blättern gerechnet werden, so Gleicheniaceen-Wedel, genau wie Stengel-Systeme „unbegrenzt", ja sie können sich wie kletternde Stengel verhalten, wofür die Lygodium-Wedel ein bekanntes Beispiel bieten, die an die fadenförmigen, dem dicken, kugelförmigen Hauptstamm entspringenden Sprosssysteme von Testudinaria erinnern. Schlagend belegen den in Rede stehenden Zusammenhang von Phyllom und Caulom Thatsachen, wie die namentlich von Schumann eingehender beschriebenen Staubgefässe, die durchaus an Axen erinnern, jedoch von dem Autor als Blätter „gedeutet" werden und überhaupt wissenschaftliche Kämpfe, die stattfinden, um die Auffassung von Organen als Caulome oder Phyllome zu begründen (vergl. z. B. die Streitschriften über das Psilotaceen-

wiederhole ich — Ernährung (für die Erhaltung der Individuen) und Fortpflanzung (für die Erhaltung der Arten); alle anderen Functionen stehen mehr oder minder direct und durchsichtig im Dienste dieser beiden Hauptfunctionen. Sucht man sich aus dieser Thatsache heraus die allmähliche Entstehung der höheren Pflanzen an den niederen klar zu machen, so gewinnt man die folgende Gruppirung des Pflanzenreiches.

1. Die einfachsten heutigen Pflanzen, die somit den allerersten, die die Erde besiedelten, am nächsten kommen oder ihnen zum Theil vielleicht noch ganz gleichen, also sich durch alle Zeitläufe erhalten haben, besorgen Ernährung und Fortpflanzung mit allen Theilen ihres Körpers und sind ungegliedert: zeigen in allen Theilen übereinstimmenden Bau, abgesehen von untergeordneten Abweichungen, wie z. B. die Bildung einer festen Hülle zum Schutz gegen mechanische Einwirkungen u. s. w. Es sind Trophosporosome.

2. Bei den gegliederten Pflanzen sehen wir im einfachsten Falle wie bei so vielen Algen (von denen hier allein die Rede sein kann, da nur solche und nicht parasitische oder saprophytische Pilze zur Vorfahren-Reihe der höheren Pflanzen gehören können), die Glieder alle physiologisch und in Folge dessen auch organographisch gleichwerthig. Dabei können die Glieder (Zweige) sich nach dem Typus der Rispe oder aber nach dem der echten Dichotomie aneinander setzen, wie letzteres bei Fucus der Fall ist. Dass die Pteridophyten und Siphonogamen aus dem letzterwähnten Typus hervorgegangen anzunehmen sind, habe ich schon wiederholt gesagt, während die Bryophyten aus dem erstgenannten Typus (wie er bei den Characeen vorhanden ist) sich entwickelt haben könnten. Ob die echt-dichotomen Algen direct aus ganz ungegliederten Algen hervorgegangen sind, oder ob sich ein Zwischenstadium, vielleicht von Arten mit radiärem Bau einschiebt, wofür vielleicht die Thatsache spricht, dass die Keimpflanzen von Fucus u. a. zunächst radiär gebaut sind, hat hier — wo vor Allem das Verständniss des morphologischen Aufbaues der höchsten Gewächse angestrebt wird, die, wie gesagt, auf die dichotome Gliederung ihrer Vorfahren weisen, sodass uns die dichotomen Algen am meisten interessiren müssen — keine grosse Bedeutung. Wir erhalten sonach als zweites, bis jetzt hinreichend constatirbares Stadium im Laufe der phylogenetischen Entwickelung zu den höheren Pflanzen zunächst solche, deren Gabelglieder sämmtlich Trophosporosom-Glieder sind (Fucus), sodann in leichtem Uebergange

3. solche mit Urcaulomen und Trophosporophyllen (Sargassum bacciferum).

4. Durch partielle Verwachsung der dem Urcaulom zunächst liegenden Theile der Trophosporophylle entstehen Stengel, die morphologisch aus den Urcaulomen (den Centralen) und dem diese umgebenden Pericaulom bestehen, welche Trophosporophylle tragen (die meisten Farn).

5. Wir sehen dann, dass sich die Arbeitstheilung in den Blättern fortsetzt, die sich zunächst nur in Trophophylle und Sporophylle scheiden (Onoclea struthiopteris).

6. Auf der folgenden Stufe scheiden sich die genannten beiden Blattarten deutlicher und nachhaltiger in Regionen am Stengel, nämlich in Regionen mit Laubblättern (Trophophyllen) und Regionen mit Fortpflanzungsblättern (Sporophyllen); wo das so weit geht, dass wir deutlich individualisirte Sprosse oder Sprossstücke erhalten, die nur Sporophylle tragen, sehen wir in diesen zum ersten Male „Blüthen"*) auftreten (Lycopodiales, Equisetales).

7. Die Ernährungsblätter gehen eine weitere Arbeitstheilung ein, indem sie sich mehr minder deutlich scheiden in Keim-, Nieder-, Laub- und Hochblätter, während die Blüthenblätter noch übereinstimmen (Nadelhölzer).

8. Die Blüthenblätter sondern sich weiter in Kelch-, Kronen-, Staub-, Frucht- und Nectarblätter (Mono- und Dicotyledonen).

Wir sehen, dass uns eine rein physiologisch-morphologische Betrachtung der Pflanzen im Ganzen zu demselben natürlichen Pflanzensystem führt, wie es durch eine rein oder doch wesentlich organographische Grundlage erreicht worden ist, d. h. auf Grund einer Organographie im engeren Sinne, die sich ausschliesslich mit den äusseren Aehnlichkeiten der Organe und ihren Zusammensetzungen beschäftigt.

Ich schliesse mit einigen Sätzen aus R. Avenarius' Schrift „Der menschliche Weltbegriff" **). Er sagt, dass es voraussichtlich mit der Lösung seines Hauptproblems („falls es gelöst sein sollte!") gehen werde, wie in verwandten Fällen auch: mit der Lösung des Hauptproblems tauchen neue Probleme auf. So ist es auch in unserem bescheidenen Falle. „Wenn eine Grundanschauung lange Zeit geherrscht hat, sagt er, so waren ja die Einzelfragen, welche

*) Vergl. meinen Aufsatz „Der Begriff der Blüthe" in der „Naturw. Wochenschr." Berlin, den 19. November 1893.

**) Leipzig 1891 S. 121.

die Wissenschaft zu beantworten hatte, auf dem Boden jener Grundanschauung entstanden und wurden von ihrem Boden aus zu lösen versucht. Mit der Preisgabe der Grundanschauung ist nun den alten Problemen wie ihren alten Lösungen der Boden entzogen — auf dem neugewonnenen Boden erwachsen neue Probleme und neue Lösungen. Gewiss, nur dass sich auch die alten Probleme noch erhalten können, da sie nicht sofort als das bestimmbar werden, was sie nunmehr sind: als falschgestellte Probleme. Alte Probleme, welche solcherart fortleben, können nun im Sinne der alten oder selbst im Sinne der neuen Grundanschauung behandelt werden: so oder so bieten sie scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten oder führen zu tödtlichen Widersprüchen. Ebenso ist es denkbar, dass berechtigte neue Probleme nicht sogleich allgemein im Geist der neuen Grundanschauung bearbeitet, sondern zum Theil noch im Sinne der alten zu lösen versucht werden — und dann gleichfalls zu Schwierigkeiten und Widersprüchen führen".

In Goethe's der alten Philosophie entlehnten Grund-Anschauung, dass das, „was der Idee nach gleich ist, in der Erfahrung entweder als gleich oder als ähnlich, ja sogar als völlig ungleich und unähnlich erscheinen kann", liegt die Quelle, die Grundlage der biologischen Morphologie. Dass die Morphologen dies immer erkannt hätten, kann man nicht sagen; vielmehr haben viele derselben in ihrer Disciplin nach Vorbildern, als blosse Nachahmer in der Richtung dieser Grund-Anschauung gewirkt, ohne die Fundamente, auf denen sie gebaut haben, zu kennen; denn es ist sicher, dass es unter ihnen nicht wenige gab und jetzt noch giebt, die in dem üblich gewordenen Herabschauen auf alle Philosophie, die Plato'sche Ideenlehre mit erhabener Miene weit von sich weisen würden. Dass sich bei dieser Sachlage die Morphologie zu einer Klarheit nicht durchzuringen vermochte, ist wohl ersichtlich. Die alten, falschgestellten, aber unter neuen Verhältnissen fortlebenden Probleme haben denn auch zu Widersprüchen geführt, die hier und da zu der bequemen Ausflucht veranlasst haben, die ganze theoretische Morphologie über Bord zu werfen, anstatt lieber resignirt zuzugestehen, dass sie eine Lösung nicht zu finden vermögen. Möchte uns Goethe, der sein morphologisches System so zielbewusst auf seiner Grundanschauung aufgebaut hat, ein Vorbild dafür sein, dass wir ebenso klar den „Geist der neuen Grundanschauung" erkennen und ihm gebührenden Einfluss gewähren!

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche
naturwissenschaftliche Abhandlungen.
Heft 22.

Versuch eines Ueberblicks

über die

Vegetation der Diluvialzeit

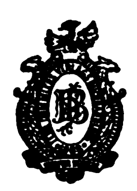
in den

mittleren Regionen Europas.

Von

Dr. C. A. Weber
in Bremen.

Sonder-Abdruck aus der „Naturwissenschaftl. Wochenschrift“
Redaction: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1900.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Nachdem sich die Ansicht befestigt hat, dass drei Eiszeiten in der diluvialen Periode Europas stattgefunden haben, und nachdem der Versuch gemacht ist, eine Reihe von Fundstätten in die sich unter dieser Voraussetzung ergebenden Stufen der Diluvialzeit einzuordnen, ist es für den Botaniker von Interesse zu sehen, welches Bild die Pflanzenwelt der mittleren Regionen Europas auf den verschiedenen Stufen dieser Periode gezeigt hat, und zu prüfen, ob die allgemeinen Züge des Bildes mit der angenommenen Gliederung in Einklang stehen, oder ob sich etwa Widersprüche und Anhaltspunkte für deren Lösung erkennen lassen.

Ein derartiger Versuch mag freilich verfrüht erscheinen, da einerseits die Zahl der auf ihre Pflanzenreste untersuchten diluvialen Fundstätten in dem angegebenen Gebiete keineswegs gross, und da es andererseits bei der Mehrzahl von ihnen doch noch zweifelhaft ist, welcher Stufe sie angehören.

Allerdings hat Keilhack in seiner Gliederungstabelle der Diluvialbildungen*) eine Altersbestimmung bei denen des norddeutschen Flachlandes versucht, und diese ist auch in der nachfolgenden Darstellung angenommen worden. Allein man darf sich nicht verhehlen, dass dieser Versuch solange der völligen Sicherheit entbehrt, als nicht alle Zweifel über die Grenzen des zweiten und des dritten Landeises gelöst sind.

Immerhin liegt doch für die Diluvialgebilde Norddeutschlands unter der Voraussetzung dreier Eiszeiten ein positiver Versuch zu einer Altersbestimmung von Seiten eines mit der Sache auf das beste vertrauten Geologen vor. Für die ausserhalb dieses Gebietes vorkommenden diluvialen und besonders interglacialen Bildungen fehlt aber ein solcher Versuch, wenn man den von James Geikie

---

*) Jahrb. d. Kgl. preuss. Geol. Landesanst. f. 1897.

gemachten nicht unbedingt gelten lassen will. Da dieser Forscher mehr als drei Eiszeiten mit entsprechenden Interglacialzeiten annimmt, so sind nämlich seine Altersbestimmungen bei der Voraussetzung von nur dreien nicht ohne weiteres verwendbar.

Bei den von Keilhack in der erwähnten Tabelle nicht berührten Ablagerungen bin ich Geikie insoweit gefolgt, als ich alle solche, in denen Elephas antiquus nachgewiesen ist, einer und derselben älteren, interglacialen Stufe beigezählt habe, die bei der Annahme von nur zwei Interglacialzeiten die erste sein musste.

In anderen Fällen, wo keine specifisch bestimmbaren Elephantenreste gefunden sind, war ich, soweit nicht von Seiten der Autoren selbst ein annehmbarer Versuch vorlag, die Stufe einer Fundstätte in dem Schema mit drei Glacialzeiten zu bestimmen, auf Combinationen wesentlich biologischer Art angewiesen, die nicht durchaus überzeugend sein können. Fundstätten, bei denen sich auch für einen solchen Versuch keine genügenden Anhaltspunkte boten, mussten ganz unberücksichtigt bleiben.

Es war daher von vornherein auf eine Vollständigkeit der Benutzung alles bis jetzt vorliegenden Materiales über die Pflanzen der Diluvialzeit zu verzichten. Ebenso musste auch darauf verzichtet werden, die Bürgschaften für die Richtigkeit der einzelnen Fundbestimmungen zu prüfen. Doch wurden die von den Autoren selber geäusserten Zweifel in angemessener Weise angedeutet. Als grössten Mangel empfinde ich es allerdings, dass ich nicht in der Lage war, die in ihrer Stellung besonders zweifelhaften Oertlichkeiten selber zu besuchen und den etwaigen Zusammenhang der über- und unterlagernden Schichten mit anderen, hinsichtlich ihres Alters besser erkannten, zu studiren.

Trotz aller Bedenken und Mängel, über deren Grösse ich mich selbst keiner Täuschung hingebe, dürfte der folgende hypothetische Versuch doch wenigstens den Nutzen haben, auch dem Fernerstehenden einen Ueberblick über den gegenwärtigen Stand der Forschung auf dem Gebiete der diluvialen Paläophytologie zu gewähren. Eben das Fehlen eines solchen Ueberblicks war es, das den Herausgeber der „Naturw. Wochenschr.“, Herrn Dr. H. Potonié, dazu bewog, den Verfasser zu dieser Zusammenstellung in der genannten Zeitschrift zu veranlassen.

Es war nicht beabsichtigt, im Ganzen etwas Neues zu bringen. Auch in den Fällen, wo ich in der Lage

gewesen wäre, eigene Untersuchungen zu ergänzen, habe ich in der Regel davon Abstand genommen und mich auf einige Berichtigungen des bereits Veröffentlichten beschränkt. Nur bei den interglacialen Schichten von Klinge und den glacialen von Honerdingen und von Lütjen-Bornholt habe ich eine Ausnahme gemacht, um einige für mein Gefühl vorhandene Lücken zu füllen. —

Keilhack unterscheidet folgende Stufen des Diluviums:

I. Präglacialzeit.
II. Erste Glacialzeit.
III. Erste Interglacialzeit.
IV. Zweite Glacialzeit.
V. Zweite Interglacialzeit.
VI. Dritte Glacialzeit.
VII. Abschmelzperiode der dritten Glacialzeit.
VIII. Aelteste Postglacialzeit (mit arktischer Fauna und Flora).

Ich halte es für angemessen, für unsern vorliegenden Zweck die VII. und VIII. Stufe zu der VI. zu ziehen. Denn so lange wie eine subarktische oder arktische Flora und Fauna in den nicht den Charakter des Hochgebirges tragenden Theilen unseres Gebietes vorhanden war, stand es zweifellos noch unter dem Einflusse derselben klimatischen Kräfte, deren höchste Steigerung die weiteste Ausbreitung der Landeismassen zur Folge hatte. Ich betrachte also als Glacialzeit im biologischen Sinne die ganze Epoche, die mit dem Erscheinen einer subarktischen Flora und Fauna in der Ebene beginnt und mit deren Verschwinden endet, nachdem inzwischen das Minimum der klimatischen Depression eingetreten war. Es liegt in der Natur der Sache, dass, zumal bei der grossen Ausdehnung des in Betracht gezogenen Gebietes keine scharfen Grenzen gegen die voraufgegangene und die gefolgte wärmere Zeit gezogen werden können.

Die für unsern Zweck ausgewählten Fundstätten ordnen sich demgemäss folgendermaassen in die sechs Stufen der Diluvialzeit ein:

I. Präglacialzeit.

1. Das Waldbett von Cromer. 2. Aue im Erzgebirge.

II. Erste Glacialzeit.

3. Mundesley und Ostend in Norfolk. 4. Deuben.
5. Glacialsand von Honerdingen.

III. Erste Interglacialzeit.

6. Die Schieferkohlen der Schweiz. 7. Die Kalktuffe Thüringens. 8. Klinge. 9. Belzig. 10. Ober-Ohe. 11. Honerdingen. 12. Interglacial von Hoxne.

IV. Zweite Glacialzeit.

13. Glacialthon von Klinge. 14. Glacialthon von Hoxne.

V. Zweite Interglacialzeit.

15. Resson. 16. La Celle. 17. Flurlingen. 18. Kalktuff von Cannstadt. 19. Die Höttinger Breccie. 20. Lauenburg. 21. Die Lager von Grünenthal. 22. Fahrenkrug. 23. Die Diatomeenlager Dänemarks.

VI. Dritte Glacialzeit.

24. Glacialtorf von Lütjen-Bornholt. 25. Jüngste Glacialbildungen Deutschlands und Südenglands. 26. Jüngste Glacialbildungen der Schweiz.

Wir werden zunächst Pflanzenlisten einer jeden dieser Nummern folgen lassen und diese dann zu einer Uebersichtstabelle zusammenstellen.

I. Präglacialzeit.

1. Das Waldbett von Cromer.

Reid: Pliocene Deposits of Britain. Mem. Geol. Survey 1890. — Ders: Geology of the Country around Cromer. Mem. Geol. Surv. 1882.

Das Waldbett von Cromer an der Küste von Norfolk ist die Ablagerung der Mündung eines Flusses, der muthmaasslich in der Richtung des Rheines floss. Demgemäss sind die eingeschlossenen Pflanzenreste grösstentheils aus einiger Entfernung eingetrieben. Reid stellte fest:

1. Osmunda regalis.
2. ? Isoetes lacustre.
3. Taxus baccata.
4. Picea excelsa.
5. Pinus silvestris.
6. Sparganium ramosum.
7. Potamogeton praelongus.
8. - lucens.
9. - gramineus.
10. - crispus.
11. - trichoides.
12. - pectinatus.
13. Zannichellia palustris typica.
14. - - pedunculata.
15. Alisma Plantago.
16. Stratiotes aloides.
17. Arundo Phragmites.
18. Scirpus paluster.
19. - pauciflorus.
20. - caespitosus.
21. - fluitans.
22. - lacustris.
23. Eriophorum polystachyum.
24. Carex remota.

25. Carex acutiformis.
26. - riparia.
27. Salix cinerea.
28. Corylus Avellana.
29. Carpinus Betulus.
30. Betula alba.
31. Alnus glutinosa.
32. Fagus silvatica.
33. Quercus Robur.
34. Ulmus montana.
35. Rumex maritimus.
36. - crispus.
37. - Acetosella.
38. Polygonum Persicaria.
39. Atriplex patulum.
40. Stellaria media.
41. - uliginosa.
42. Nuphar luteum.
43. Ceratophyllum demersum.
44. Caltha palustris.
45. Thalictrum flavum.
46. Ranunculus aquatilis.
47. ? - hederaceus.
48. - repens.
49. sceleratus.
50. Prunus spinosa.
51. Filipendula Ulmaria.
52. Rubus fruticosus L.
53. Poterium officinale.
54. Crataegus Oxyacantha.
55. Pirus Aria.
56. Euphorbia amygdaloides.
57. Acer campestre.
58. Hypericum quadrangulum.
59. Viola palustris.
60. Trapa natans.
61. Myriophyllum spicatum.
62. Hippuris vulgaris.
63. Hydrocotyle vulgaris.
64. Oenanthe Lachenalii.
65. - aquatica.
66. Heracleum Sphondylium.
67. Cornus sanguinea.
68. Menyanthes trifoliata.
69. Menta aquatica.
70. Lycopus europaeus.
71. Stachys paluster.
72. Solanum Dulcamara.
73. Bidens tripartitus.
74. Cirsium lanceolatum.
75. Lampsana communis.
76. Picris hieracioides.

2. Diluvialmoor von Aue im Erzgebirge.

Beck und Weber: Ueber ein Torflager im älteren Diluvium des sächsischen Erzgebirges. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 1897. — Weber: Ueber eine omorikaartige Fichte etc. Englers Bot. Jahrb., Bd. XXIV. 1898.

In den pflanzenführenden Schichten, zu deren näherer Altersbestimmung die geognostischen Verhältnisse, ausser der, dass sie dem älteren Diluvium angehören, keinen sicheren Anhaltspunkt boten, fanden sich:

1. Abies. cf. alba.
2. Picea excelsa.
3. - omorikoides.
4. Pinus silvestris.
5. Graminee.
6. Carex cf. Goodenoughii.
7. - cf. rostrata.
8. - cf. acutiformis.
9. - sp.
10. Salix sp.
11. Betula alba.
12. - pubescens.
13. Rubus sp. ex Eurubo.
14. Comarum palustre.
15. Vaccinium cf. Oxycoccos.
16. Menyanthes trifoliata.
17. Sphagnum cf. cymbifolium.
18. Dicranum sp. ex Eudicrano.
19. Mnium cinclidioides.
20. Polytrichum commune.
21. Hypnum stramineum.
22. Polyporus sp.
23. Cenococcum cf. geophilum.

Es fehlen in der Ablagerung die Eiche, Linde und Erle, die jetzt alle bei Aue gut gedeihen (bei 340 m See-
t auch zu derselben Zeit, als die inter-
ungen von Honerdingen oder bei Klinge

stattfanden, ebenso gut wie heute gedeihen konnten. Es ist daher nicht wahrscheinlich, dass die Torfschicht von Aue gleichalterig mit einer dieser beiden Fundstätten ist. Sie ist entweder älter oder jünger: entweder präglacial oder gehört in die zweite Interglacialzeit Da aber die zweite Interglacialzeit für die genannten Baumarten bei Aue mindestens ebenso günstig gewesen ist, wie die gegenwärtige Periode, so ist auch in ihr meines Erachtens kein Platz für die Ablagerung; sie ist demnach vorläufig in die Präglacialzeit zu verlegen. Unzutreffend wären diese Combination nur für den Fall, dass die Seehöhe des Fundortes von Aue während der Quartärzeit sehr bedeutenden Schwankungen ausgesetzt gewesen wäre, eine Annahme, zu der aber bisher kein Grund vorliegt.

II. Erste Glacialzeit.

3. Glacial von Mundesley und Ostend in Norfolk.

Nathorst: Ueber den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntniss von dem Vorkommen fossiler Glacialpflanzen. Bihang till Svenska Vet.-Ak. Afh. Bd. 17. Afd. III, No. 5, S. 21. 1892. — Reid: Origin of the British Flora 1899, S. 82 u. 83. Daselbst weitere Litteratur.

Unmittelbar über dem Horizonte des Cromerschen Waldbettes liegt bei Mundesley und Ostend ein Marschthon oder eine lössartige Bildung mit Resten von Spermophilus sp. und arktischen Pflanzen, nämlich:

1. Potamogeton sp.
2. Carex sp.
3. Salix polaris.
4. Betula nana.
5. Hippuris vulgaris.
6. Hypnum turgescens.

Der Horizont, worin diese Pflanzen gefunden sind, gehört nach Reid der ersten Eiszeit an.

4. Deuben.

Nathorst: Die Entdeckung einer fossilen Glacialflora in Sachsen am äussersten Rande des nordischen Diluviums. Öfversigt af kgl. Vet.-Ak. Förhandl. 1894, No. 10.

Die Ablagerung, in der die nachstehenden glacialen Pflanzen gefunden wurden, entstand nach Nathorst zu der Zeit, als der Rand des Landeises die Gegend südlich von Dresden erreicht hatte. Da nach der jetzigen Annahme das nordische Landeis nur in der ersten Eiszeit bis soweit südwärts vorgedrungen ist, so ist die Fundschicht in diese Zeit zu verlegen. Nathorst fand in ihr:

1. Eriophorum cf. Scheuchzeri.
2. Carex sp. var.
3. (Salix cf. arbuscula f. Waldsteiniana).
4. Salix myrtilloides.
5. - retusa.
6. - herbacea.
7. Polygonum viviparum.
8. ?Stellaria sp.
9. Ranunculus cf. confervoides.
10. Saxifraga Hirculus.
11. - oppositifolia.
12. (- aizoides.)
13. Hypnum exannulatum.
14. - sarmentosum.
15. - stellatum.
16. - trifarium.
17. - turgescens.

5. Glacialsand von Honerdingen.

Weber: Im Protokoll der 39. Sitzung der Central-Moor-Commission. Berlin 1897. — Mit einigen Ergänzungen.

Unterhalb des Süsswasserkalkes der interglacialen Ablagerung von Honerdingen bei Walsrode (vergl. No. 11) wurde im Sommer 1897 im Hangenden des unteren Geschiebesandes ein feiner Sand mit dünnen, thonigen, an organischer Substanz reichen Bänken aufgedeckt, worin folgende Pflanzen bestimmt wurden:

1. Potamogeton sp.
2. Najas marina.
3. Betula nana.
4. Nuphar luteum.
5. Ranunculus cf. aquatilis.

Die Schicht gehört bereits dem Schlusse der ersten Glacialzeit an.

III. Erste Interglacialzeit.

6. Die Schieferkohlen von Utznach, Dürnten und Mörschweil.

O. Heer: Urwelt d. Schweiz. I. Aufl. 1865. S. 28 f. u. S. 485 f.

Das Vorkommen von Elephas antiquus in den Schieferkohlen der Schweiz bestimmt uns nach der eingangs gemachten Darlegung, sie in die erste Interglacialzeit zu stellen, Heer zählt folgende Pflanzenfunde aus diesen Schichten auf:

1. Equisetum cf. heleocharis.
2. Taxus baccata.
3. Picea excelsa.
4. ? Larix europaea.
5. Pinus silvestris.
6. - montana.
7. Arundo Phragmites.
8. Scirpus lacustris.
9. Corylus Avellana.
10. Betula alba.
11. Quercus Robur.
12. ?Polygonum Hydropiper.
13. Brasenia purpurea.
14. Rubus idaeus.
15. Acer Pseudoplatanus.
16. ?Trapa natans.
17. Vaccinium Vitis idaea.
18. Menyanthes trifoliata.
19. Galium palustre.
20. Sphagnum cymbifolium.
21. Thuidium antiquum.
22. Hypnum stramineum.
23. - lignitorum.
24. - priscum.

7. Die Kalktuffe von Taubach, Tonna, Mühlhausen und Tennstedt in Thüringen.

Pohlig: Vorläufige Mittheilung über das Pleistocen, insbe Thüringens. Zeitschr. f. Naturwissenschaft. 4. Folge, Halle 1885. S. 258 f.

Das Vorkommen von Elephas antiquus in diesen interglacialen Tuffen rechtfertigt ihre vorläufige Einreihung in die erste Interglacialzeit. Die Flora ist von C. Schroeter untersucht und ergab:

1. Scolopendrium officinarum.
2. ? Pteris sp. (? Pteridium aquilinum).
3. Arundo Phragmites.
4. Glyceria aquatica.
5. Salix cinerea.
6. - Caprea.
7. - sp.
8. ? Populus sp.
9. Juglans sp.
10. Corylus Avellana.
11. ? Betula sp.
12. Alnus glutinosa.
13. ? Quercus Robur.
14. - sessiliflora.
15. ? - Mammuthii.
16. ? Ulmus sp.
17. ? Rosa sp.
18. ? Astragalus sp.
19. Ilex Aquifolium.
20. Acer campestre.
21. Pavia sp.
22. ? Rhamnus cathartica.
23. Cornus sanguinea.
24 Fraxinus cf. americana.
25. - sp.
26. Labiate.
27. Barbula muralis.
28. Encalypta vulgaris.
29. Hypnum sp.
30. Chara hispida.
31. ? - foetida.

Es wäre sehr zu wünschen, dass die Flora dieser interessanten Tuffe aufs Neue zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung gemacht würde.

8. Klinge.

Nehring: Eine diluviale Flora der Provinz Brandenburg. „Naturw. Wochenschr." 1892, No. 4. — Ders.: Ueber Wirbelthierreste von Klinge. Neues Jahrb. f. Miner. 1895. Bd. I. Ebenda weitere Litteratur. — Weber: Ueber die diluviale Vegetation von Klinge und über ihre Herkunft. Englers Bot. Jahrbücher. XVII. 1893. Beiblatt 40.

Keilhack stellt diese Ablagerung in die erste Interglacialzeit. Mehrere Funde, die ich bei einem Besuche machte, den ich dem Lager im März 1893 abstattete, sind zum Theil bereits von Nehring mitgetheilt, zum Theil füge ich sie in die nachstehende Liste ein. (Vergl. auch No. 13.) Stratiotes und Hydrocharis sind von Keilhack, Brasenia von G. Andersson inzwischen richtig gedeutet worden.

1. Aspidium Thelypteris.
2. Taxus baccata.
3. Picea excelsa.
4. Pinus silvestris.
5. Potamogeton natans.
6. - cf. crispus.
7. Najas marina.
8. ? Echinodorus ranunculoides.
9. Stratiotes aloides.
10. Hydrocharis Morsus ranae.
11. Graminee.
12. Cladium Mariscus.
13. Scirpus cf. pauciflorus.
14. - lacustris.
15. Carex cf. Goodenoughii.
16. - cf. panicea.
17. - rostrata.
18. - cf. vesicaria.
19. Salix cinerea.
20. - Caprea.
21. - aurita.
22. - repens.
23. Populus tremula.
24. Corylus Avellana.
25. Carpinus Betulus.
26. Betula verrucosa.
27. - pubescens.
28. Quercus sp.

29. Nuphar luteum.
30. Nymphaea alba f. microsperma.
31. Brasenia purpurea f. Nehringi.
32. Ceratophyllum submersum.
33. - demersum.
34. Thalictrum flavum.
35. Rubus idaeus.
36. Comarum palustre.
37. Ilex Aquifolium.
38. Acer campestre.
39. Tilia platyphyllos.
40. Myriophyllum sp.
41. Hippuris vulgaris.
42. Vaccinium Oxycoccos.
43. Menyanthes trifoliata.
44. Galium cf. palustre.
45. Sphagnum cymbifolium.
46. - acutifolium coll.
47. Dicranum majus.
48. Camptothecium nitens.
49. Hypnum aduncum.
50. - cf. Sendtneri.
51. - fluitans.
52. - giganteum.
53. Trametes Pini.

9. Belzig.

Keilhack: Ueber präglaciale Süsswasserbildungen im Diluvium Norddeutschlands. Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. f. 1882. — Ders.: Ueber das Vorkommen von Cratopleura-Samen bei Lauenburg, Belzig und Rendsburg. Neues Jahrb. f. Mineral. etc. 1895, II, S. 149. — Kurz: Ueber Pflanzen aus dem norddeutschen Diluvium. Dasselbe f. 1893, S. 16.

Diese früher von Keilhack als präglacial angesehene Ablagerung ist interglacial (Weber: Ueber die fossile Flora von Honerdingen bei Walsrode und das nordwestdeutsche Diluvium. Abhandl. des Naturw. Vereins zu Bremen, XIII, 1896, Seite 453). Sie wurde 1897 von Keilhack der ersten Interglacialzeit eingeordnet.

Die von Keilhack aus der untersten, schwarzblauen Lage des Süsswasserkalkes gesammelten Pflanzenreste wurden von O. Heer und F. Kurz bestimmt als:

1. Pinus silvestris.
2. Carpinus Betulus.
3. Alnus glutinosa.
4. Brasenia purpurea.
5. ? Acer campestre.
6. Tilia sp.
7. Cornus sanguinea.
8. Andromeda poliifolia.

10. Die Kieselguhr von Ober-Ohe.

K. Keilhack: Jahrb. d. Kgl. preuss. geolog. Landesanst. f. 1882. S. 164 f. — F. Kurz: Ueber Pflanzen aus dem norddeutschen Diluvium. Jahrb. der preuss. geolog. Landesanst. f. 1893. — Ausserdem einige ergänzende Beobachtungen des Verfassers (W).

Auch diese von Keilhack früher als präglacial betrachtete Ablagerung muss als interglacial angesehen werden (Weber a. a. O.) und wurde von ihm 1897 der ersten Interglacialzeit eingeordnet. Die in ihr enthaltenen Pflanzenreste sind (ausser den Diatomeen):

1. Polypodiacee. (W.)
2. Abies alba. (W.)
3. Picea excelsa (W.)
4. Pinus silvestris.
5. Typha sp. (W.)
6. Salix sp.
7. Myrica Gale.
8. Betula alba.
9. - verrucosa. (W.)
10. Alnus glutinosa.

11. Fagus silvatica.
12. Quercus Robur.
13. - sessiliflora.
14. Acer platanoides.
15. - campestre.
16. Tilia parvifolia.
17. Vaccinium Myrtillus.
18. Utricularia minor.
19. cf. Neckera sp.

11. Honerdingen.

Weber: Ueber die fossile Flora von Honerdingen und das nordwestdeutsche Diluvium. Abh. des naturw. Vereins zu Bremen. XIII. 1896.

In den interglacialen Schichten mit nicht glacialem Klima, die in der alten Mergelgrube von Honerdingen bei Walsrode vorkommen, fanden sich:

1. Equisetum palustre.
2. Aspidium cf. Thelypteris.
3. - sp.
4. Taxus baccata.
5. - sp.
6. Abies alba.
7. Picea excelsa.
8. Pinus silvestris.
9. Juniperus communis.
10. Typha sp.
11. Sparganium simplex.
12. - minimum.
13. - sp.
14. Potamogeton natans.
15. - cf. polygonifolius.
16. - cf. coloratus.
17. - alpinus.
18. - perfoliatus.
19. - cf. praelongus.
20. - gramineus.
21. - cf. crispus.
22. - cf. compressus.
23. - cf. obtusifolius.
24. - pusillus.
25. - rutilus.
26. - cf. trichoides.
27. - cf. filiformis.
28. - sp. var.
29. Najas marina.
30. - flexilis.
31. Arundo Phragmites.
32. Scirpus lacustris.
33. Eriophorum cf. vaginatum.
34. Carex sp. (gracilis?)
35. - rostrata.
36. - cf. acutiformis.
37. Carex sp. var.
38. Salix sp.
39. Populus tremula.
40. ?Myria Gale.
41. Juglans sp. (regia?).
42. Corylus Avellana.
43. Carpinus Betulus.
44. Betula pubescens.
45. - sp. (alba).
46. Alnus glutinosa.
47. Fagus silvatica.
48. Quercus sessiliflora.
49. - sp.
50. Nuphar luteum.
51. Nymphaea alba.
52. - alba f. microsperma.
53. Ceratophyllum submersum.
54. - demersum.
55. Thalictrum flavum.
56. Ranunculus Lingua.
57. Platanus sp.
58. Rubus idaeus.
59. - sp. var.
60. Empetrum nigrum.
61. Ilex Aquifolium.
62. Acer platanoides.
63. - sp.
64. Frangula Alnus.
65. Tilia parvifolia.
66. - intermedia.
67. - platyphyllos.
68. - sp.
69. Hippuris vulgaris.
70. Cornus sanguinea.
71. Fraxinus excelsior.
72. Menyanthes trifoliata.
73. Boraginee?
74. Sphagnoecetis cf. communis.
75. Sphagnum cymbifolium coll
76. - cf. acutifolium.
77. - cf. recurvum.
78. - cf. obtusum.
79. - cf. laxifolium.
80. Aulacomnium palustre.
81. Polytrichum juniperinum.
82. Eurhynchium sp.
83. Hypnum aduncum.
84. - capillifolium.

85. Hypnum cf. fluitans.
86. - falcatum.
87. - reptile od. pallescens.
88. - giganteum.
89. Hypnum stramineum.
90. - cf. trifarium.
91. Cenococcum cf. geophilum.
Ferner 19 Diatomeenarten.

12. Interglacial von Hoxne in Suffolk.

Reid: Report of the Committee on the Relation of Palaeolithic Man to the Glacial Epoch. Rep. Br. Assoc. for 1896, S. 400 f. — Derselbe: The Origin of the British Flora, 1899. S. 78.

Diese interessante Ablagerung bildet die Ausfüllung einer schmalen, ihrer Ausdehnung nach nicht weiter verfolgten Rinne in dem Geschiebemergel der ersten Eiszeit. Sie zeigt folgendes Profil:

	Meter
8. Sand (fluvioglacial?) bis zu Tage	1
7. Süsswasserthon mit paläolithischen Geräthen, Equus Caballus, Cervus sp., Bos sp., Elephas sp., Ostracoden, zahlreichen Süsswasserconchylien, Holz von Alnus(?), Früchten von Potamogeton sp. und Sporen von Chara sp. Glacialpflanzen fehlen	1,2
6. Kies ohne organische Einschlüsse. (Zweifelhaft ist das Vorkommen paläolithischer Geräthe)	0,8—1
5. Schwarzer Glacialthon mit reicher arktischer Flora	4
4. Lignit mit Pflanzen gemässigten Klimas .	0,3—1
3. Süsswassermergel, ebenso	7
2. Geschiebemergel	8
1. Glacialsand	?

Die dritte und vierte Schicht dieses Profils fallen sicher in die erste Interglacialzeit. Sie ergaben folgende Pflanzen:

1. Taxus baccata.
2. Sparganium ramosum.
3. Potamogeton pusillus.
4. - trichoides.
5. Zannichellia palustris.
6. Alisma Plantago.
7. Scirpus pauciflorus.
8. - acicularis.
9. - setaceus.
10. - lacustris.
11. - rufus.
12. Eriophorum polystachyum.
13. Carex (distans?)
14. - (rostrata?)
15. Corylus Avellana.
16. Carpinus Betulus.
17. Alnus glutinosa.
18. Urtica dioica.
19. Rumex maritimus.
20. - crispus.
21. Rumex Acetosella (?)
22. Montia fontana.
23. Ceratophyllum demersum.
24. Ranunculus aquatilis.
25. - Lingua.
26. - repens.
27. - sceleratus.
28. Rubus idaeus.
29. Rosa canina.
30. Pirus torminalis (?).
31. Frangula Alnus.
32. Hippuris vulgaris.

33. Oenanthe aquatica.
34. Menta aquatica.
35. Lycopus europaeus.
36. ?Stachys sp.
37. Sambucus nigra.
38. Eupatoria Cannabinum.
39. Bidens tripartitus.

Die siebente Schicht gehört meines Erachtens der zweiten Interglacialzeit an.

IV. Zweite Glacialzeit.

13. Glacialthon von Klinge.

Der zweiten Glacialzeit gehören in der Ablagerung von Klinge in Brandenburg (vergl. No. 11) die dritte und vierte Schicht Nehrings an. Die vierte Schicht bildet nämlich einen Glacialthon, in dem die dritte nur als örtliche Anreicherung mit torfigem Detritus auftritt. Dieser Detritus stammt sehr wahrscheinlich aus den während der zweiten Glacialzeit zerstörten Randtheilen des Torfmoores, die selber zu Beginn dieser Zeit entstanden waren. Es wurden aber auch Reste der Torfschicht mit beigemengt, die sich in der voraufgegangenen wärmeren Zeit gebildet hatte. Von den in dem Glacialthon gefundenen Pflanzenresten, die also alle auf secundärem Lager ruhen, kann demnach nur ein Theil als glacial bezeichnet werden, mit einiger Sicherheit allein Betula nana.

14. Glacialthon von Hoxne.

Litteratur s. No. 12.

Die Schichten der ersten Interglacialzeit werden bei Hoxne von einem schwärzlichen Thone überlagert (vergl. das Profil in No. 12, Schicht 5), in dem von Reid ausser mehreren auf secundärem Lager ruhenden folgende, nach ihm sicher primäre Pflanzen festgestellt wurden:

1. Sparganium ramosum.
2. Potamogeton alpinus.
3. - crispus.
4. Alisma Plantago.
5. Salix myrsinites.
6. - herbacea.
7. - polaris.
8. Betula nana.
9. Alnus glutinosa (vielleicht sekundär).
10. Urtica dioica (?)
11. Rumex maritimus.
12. - crispus.
13. Montia fontana.
14. Stellaria media.
15. Ceratophyllum demersum.
16. Caltha palustris.
17. Ranunculus aquatilis.
18. - sceleratus.
19. Rubus idaeus.
20. Poterium officinale.
21. Frangula Alnus.
22. Viola palustris.
23. Myriophyllum spicatum.
24. Hippuris vulgaris.
25. Oenanthe aquatica.
26. Menyanthes trifoliata.
27. Lycopus europaeus.
28. Ajuga reptans.
29. Eupatoria Cannabinum.
30. Bidens tripartitus.
31. Taraxacum officinale.

V. Zweite Interglacialzeit.

15. Resson.

Fliche: Étude paléontologique sur les tufs quaternaires de Resson. Bull. de la soc. géol. de France 1883 u. 1884. S. 6—31.

Die auf altem Seineschotter abgelagerten Tuffe von Resson enthalten nur Elephas primigenius, während E. antiquus fehlt. Man sollte erwarten, dass die Daseinsbedingungen für die zweite Art zu der Zeit, als sie in Thüringen lebte, mindestens ebensogut im Seinethale erfüllt waren, wohin sie überdies die Landesverbindung mit Afrika früher geführt haben muss als nach Mitteldeutschland. Das Fehlen von Elephas antiquus in den Kalktuffen von Resson kann demnach gegen die Einordnung dieser Bildung in die erste Interglacialzeit und für ihre Einordnung in die zweite geltend gemacht werden. Fliche fand in dem Tuffe folgende Pflanzen:

1. Scolopendrium officinarum.
2. Typha (latifolia?).
3. Arundo Phragmites.
4. Scirpus sp.
5. Carex glauca.
6. - pendula.
7. - flava.
8. Juncus sp.
9. Salix cinerea.
10. - grandifolia.
11. - purpurea.
12. Populus tremula.
13. - canescens.
14. Juglans regia.
15. Corylus Avellana.
16. Betula (alba?).
17. - alba var. papyrifera.
18. ? Alnus glutinosa.
19. Alnus (incana?)
20. Fagus silvatica.
21. Clematis Vitalba.
22. Prunus (Padus?).
23. Rubus fruticosus.
24. Buxus sempervirens.
25. Acer opulifolium.
26. - platanoides.
27. - campestre.
28. Frangula Alnus.
29. Tilia cf. platyphyllos.
30. Hedera Helix.
31. Umbellifere.
32. Cornus sanguinea.
33. Ligustrum vulgare.
34. Bryum bimum.
35. Chara foetida.
36. - hispida var. brachyphylla.

16. La Celle.

v. Saporta: Sur le Climat des Environs de Paris à l'époque du diluvium gris à propos de la découverte du laurier dans les tufs quaternaires de la Celle. Assoc. franç. pour l'avance des sciences. Congrès de Clermont-Ferrand 1876.

Die quartären Tuffe von la Celle gehören nach Fliche derselben Stufe an, wie die von Resson. v. Saporta bestimmte die folgenden, darin gefundenen Pflanzen:

1. Scolopendrium officinarum.
2. Salix fragilis.
3. - cinerea.
4. Populus canescens.
5. Corylus Avellana.
6. Ficus Carica.
7. Clematis Vitalba.
8. Laurus canariensis.
9. Prunus Mahaleb.
10. Cercis Siliquastrum.

11. Buxus sempervirens.
12. Evonymus europaeus.
13. - latifolius.
14. Acer Pseudoplatanus.
15. Hedera Helix.
16. Fraxinus excelsior.
17. Sambucus Ebulum.

17. Flurlingen.

Wehrli: Ueber den Kalktuff von Flurlingen bei Schaffhausen. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Gesellsch. Zürich 1894.

Der Kalktuff von Flurlingen wird von Wehrli als ein Erzeugniss der zweiten Interglacialzeit angesehen. Er stellte in ihm fest:

1. ? Taxus baccata.
2. Abies alba.
3. Buxus sempervirens.
4. Acer Pseudoplatanus.
5. Fraxinus excelsior.

18. Der Kalktuff von Cannstadt in Württemberg.

Heer: Urwelt der Schweiz. I Aufl. Zürich 1865. S. 533—535 u. 545.

In dem diesen Tuff unterteufenden Löss ist Elephas primigenius reichlich nachgewiesen, während von E. antiquus nichts gefunden ist. Wäre die Ablagerung in derselben Zeit entstanden, wie die Kalktuffe Thüringens (vergl. No. 7), so hätte sich meines Erachtens doch wenigstens eine Spur der zweiten Art finden müssen, um so mehr als Cannstadt an dem Wege liegt, welchen diese Elephanten bei ihrer Wanderung nach Norden berührt haben dürften. Ich glaube daher dem Kalktuffe von Cannstadt vorläufig seinen Platz in der zweiten Interglacialzeit anweisen zu müssen.

Heer bestimmte in ihm folgende Pflanzen:

1. Scolopendrium officinarum.
2. Abies alba.
3. Picea excelsa.
4. Arundo Phragmites.
5. Glyceria aquatica.
6. Salix fragilis.
7. - viminalis.
8. - cinerea.
9. - aurita.
10. - purpurea.
11. Populus tremula.
12. - alba.
13. - Fraasii.*)
14. Juglans sp.**)
15. Corylus Avellana.
16. Carpinus Betulus.
17. Betula alba.
18. Quercus Robur.
19. - Mammuthii.
20. Ulmus sp.
21. Buxus sempervirens.
22. Evonymus europaeus.
23. Acer Pseudoplatanus.
24. Rhamnus cathartica.
25. Frangula Alnus.
26. Tilia sp.
27. Cornus sanguinea.
28. Vaccinium uliginosum.

---

*) Aus der Gruppe der Silberpappeln.

**) Nahestehend der nordamerikanischen J. cinerea und verwandt oder identisch mit der tertiären J. tephrodes Unger.

19. Die Höttinger Breccie.

Penck: Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Leipzig 1882. — A. Böhm: Die Höttinger Breccie und ihre Beziehungen zu den Glacialablagerungen. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst. XXXIV. Wien 1884. — J. Blaas: Die Höttinger Breccie etc. Ber. d. naturw. medicin. Vereins zu Innsbruck. XVIII. 1889. — v. Wettstein: Die fossile Flora der Höttinger Breccie. LIV. Bd. der Denkschrift der math.-naturw. Classe d. k. Akad. d. Wissenschaften. Wien 1892. — J. Geikie: Classification of European Glacial Deposits Journ. of Geol. v. III. No. 3, 1895. S. 247.

Die Breccie von Höttingen bei Innsbruck ist sicher interglacial. v. Wettstein bestimmte in ihr die Reste folgender Pflanzen:

1. Aspidium Filix mas.
2. Taxus baccata.
3. - höttingensis.
4. Picea sp. (cf. Omorika)*).
5. - - (cf. excelsa)*).
6. Pinus silvestris.
7. Juniperis communis.
8. Majanthemum bifolium.
9. Convallaria majalis.
10. Salix amygdalina.
11. - nigricans.
12. - glabra.
13. - Caprea.
14. - grandifolia.
15. - incana.
16. Alnus incana.
17. Ulmus campestris.
18. Ribes alpinum.
19. Prunus Avium.
20. Rubus caesius.
21. Fragaria vesca.
22. Potentilla micrantha.
23. Pirus Aria.
24. - Aucuparia.
25. Orobus sp.
26. Polygala Chamaebuxus.
27. Buxus sempervirens.
28. Acer Pseudoplatanus.
29. Rhamnus höttingensis.
30. Frangula Alnus.
31. Tilia platyphyllos.
32. Viola odorata.
43. Hedera Helix.
34. Cornus sanguinea.
35. Rhododendron ponticum.
36. ? Arbutus Unedo.
37. Brunella vulgaris.
38. - grandiflora.
39. Viburnum Lantana.
40. Bellidiastrum Michelii.
41. Adenostyles Schenkii.
42. Tussilago prisca.

Diese Flora deutet wesentlich wärmere Verhältnisse an, wie die interglaciale Flora von Utznach, Dürnten und Mörschweil in der Schweiz. Da nun der Höttinger Fundort 1200 m, die Fundorte der Schweiz 512—560 m über dem Meere liegen, so ist es ausgeschlossen, dass beide in derselben Zeit entstanden sind.

Es wäre aber möglich, dass die Schweizer Ablagerungen einem früheren oder einem späteren Abschnitte derselben Interglacialzeit wie die Höttinger Breccie angehören. Man könnte, um das mehrfache Vorkommen der Bildungen vom Typus der Dürntener und das gänzliche Fehlen von Schichten in ihnen zu erklären, welche in

*) Vergl. Weber: Ueber eine omorikaartige Fichte etc. Engler's Bot. Jahrb. 1898. XXIV. S. 536.

klimatischer Hinsicht der Höttinger Breccie entsprechen, sich wohl vorstellen, dass die klimatischen Verhältnisse auf dem Höhepunkte der betreffenden Interglacialzeit der Anhäufung von Torf minder günstig gewesen wären, als nach dem Beginne oder gegen das Ende dieser Zeit. Man hätte vermuthlich eine Entscheidung dieser Frage durch ein sorgfältiges stratigraphisches Studium der betreffenden interglacialen Torflager der Schweiz erreicht, und es mag auch bei dieser Gelegenheit wieder auf die Wichtigkeit solcher allerdings mühseligen und zeitraubenden Studien hingewiesen werden.

Bevor die Ergebnisse derartiger Untersuchungen vorliegen, wird man kaum mit Sicherheit eine Entscheidung über das Alter der Höttinger Breccie zu fällen vermögen. Ich weise ihr daher eine von den erwähnten Schweizer Ablagerungen verschiedene Stufe nur mit allem Vorbehalte an, indem ich mich von der Erwägung bestimmen lasse, dass wir bislang keinen hinreichenden Grund zu der Ansicht haben, es wäre das Klima auf dem Höhepunkte einer Interglacialzeit in dem Gebiete nördlich von den Alpen jemals der Torfbildung ungünstig gewesen. Bei der Annahme von nur zwei Interglacialzeiten kann es nach alledem nur die zweite sein, in die man die Höttinger Breccie reiht.

Geikie stellt diese Ablagerung, zusammen mit dem Waldbette von Cromer, in die zweite interglaciale Stufe seines Systems, das Norfolkian, das dem Präglacial des Keilhack'schen Systems entspricht. Er erklärte sie damit für älter als die interglacialen Betten der Schweiz, die er auf der dritten interglacialen Stufe seines Systems, dem Helvetian, unterbrachte. Jedenfalls ist auch dieser Forscher der Ansicht, dass beide Ablagerungen nicht gleichalterig sein können.

20. Lauenburg an der Elbe.

Claudius: Flüchtiger Blick in die Natur des Südrandes des Herzogthums Lauenburg. Jahrb. d. naturw. Vereins f. d. Herzogthum Lüneburg, 1866. — Keilhack: Ueber ein interglaciales Torflager im Diluvium von Lauenburg an der Elbe. Jahrb. d. Kgl. preuss. Landesanstalt f. 1884. — v. Fischer-Benzon: Ber. d. deutschen Bot. Ges. 1890. Bd. VII, S. 380. — Derselbe: Die Moore der Provinz Schleswig-Holstein. Abh. d. Naturw. Vereins zu Hamburg. XI. 3. 1891. — Nathorst: Eine Probe aus dem Torflager bei Lauenburg a. d. Elbe. Naturw. Wochenschr. 1894, No. 44. — Nehring: Ueber einen neuen Fund von Cratopleura-Samen etc. Neues Jahrbuch für Mineral. 1895. II. S. 253.

Aus dem zweifellos interglacialen Lager, das von Keilhack in die zweite Interglacialzeit verwiesen wird, sind bisher folgende vegetabilische Fossilien veröffentlicht:

1. Picea excelsa.
2. Pinus silvestris.
3. Sparganium sp.
4. Potamogeton sp.
5. Arundo Phragmites.
6. Eriophorum vaginatum.
7. Carex Pseudocyperus.
8. Iris Pseudacorus.
9. Salix aurita.
10. - (repens?)
11. Populus tremula.
12. Corylus Avellana.
13. Carpinus Betulus.
14. Alnus glutinosa.
15. Quercus Robur.
16. Ulmus sp.
17. Viscum album.
18. Moehringia trinervia.
19. Brasenia purpurea.
20. Ceratophyllum submersum.
21. Corydallis (intermedia?).
22. Geranium (columbinum?).
23. Acer platanoides.
24. Frangula Alnus.
25. Tilia platyphyllos.
26. Viola sp.
27. Trapa natans.
28. Cornus sanguinea.
29. Vaccinium Oxycoccos.
30. Calluna vulgaris.
31. ?Lysimachia Nummularia.
32. Fraxinus excelsior.
33. Menyanthes trifoliata.
34. Lycopus europaeus.
35. Viburnum cf. Opulus.

21. Interglaciale Lager im Bette des Kaiser-Wilhelm-Canals (Nord-Ostsee-Canals) bei Grünenthal in Holstein.

Weber: Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1891. II. S. 62 u. S. 228. Ferner 1893. I. S. 94.

Keilhack reiht alle diese Ablagerungen in die zweite Interglacialzeit.

Ich beschränke mich hier auf die Zusammenstellung der aus den verschiedenen interglacialen Lagern in der Umgebung von Grünenthal (Beldorf, Gross-Bornholt, Lütjen-Bornholt) bisher veröffentlichten Funde von Blüthenpflanzen, wobei ich einige, mir inzwischen zweifelhaft gewordene, fortlasse.

1. Picea excelsa.
2. Pinus silvestris.
3. Juniperus communis.
4. Typha sp.
5. Potamogeton natans.
6. Najas marina.
7. - flexilis.
8. Stratiotes aloides.
9. Arundo Phragmites.
10. Eriophorum sp.
11. Carex panicea.
12. Salix (pentandra?).
13. - Caprea.
14. Populus tremula.
15. Corylus Avellana.
16. Carpinus Betulus.
17. Betula verrucosa.
18. - nana.*)
19. Quercus Robur.
20. - cf. sessiliflora.
21. Nuphar lutum.
22. Nymphaea alba f. microsperma.
23. Brasenia purpurea.
24. Ceratophyllum demersum.
25. ?Ranunculus sp.

*) Es hat sich nachträglich Grund zu der Vermuthung ergeben, dass die Torfscholle des Beldorfer Lagers, worin Betula nana gefunden wurde, völlig gekentert war, so dass das Lager ursprünglich oben durch eine glaciale Torfschicht abgeschlossen war. Betula nana würde in diesem Falle nicht in die interglaciale Flora gehören.

26. Prunus Avium.
27. Comarum palustre.
28. Acer cf. campestre.
29. Ilex Aquifolium.
30. Tilia platyphyllos.
31. Trapa natans.
32. Myriophyllum cf. spicatum.
33. Hippuris vulgaris.
34. Vaccinium uliginosum.
35. Calluna vulgaris.
36. Fraxinus cf. excelsior.
37. Menyanthes trifoliata.
38. Galium sp.

22. Fahrenkrug.

Weber: Ueber die diluviale Flora von Fahrenkrug in Holstein. Engler's Bot. Jahrb. 1893, Bd. XVIII, Beiblatt 43.

In den etwa 2,6 m mächtigen interglacialen, aus Sand und Torf bestehenden Schichten, die von typischen Grundmoränen über- und unterlagert sind und nach Keilhack der zweiten Interglacialzeit angehören, wurden Reste folgender Pflanzen festgestellt:

1. ? Athyrium Filix femina.
2. Aspidium Thelypteris.
3. Taxus baccata.
4. Picea excelsa.
5. Pinus silvestris.
6. Typha sp.
7. Potamogeton natans.
8. Najas marina.
9. Stratiotes aloides.
10. ? Aira caespitosa.
11. Arundo Phragmites.
12. Scirpus lacustris.
13. - sp.
14. Eriophorum vaginatum.
15. ? - polystachyum.
16. Carex cf. Goodenoughii.
17. ? - echinata.
18. Salix cinerea.
19. - aurita.
20. ? Myrica Gale.
21. Corylus Avellana.
22. Betula cf. pubescens.
23. Alnus cf. glutinosa.
24. Fagus silvatica.
25. Quercus cf. Robur.
26. - sessiliflora.
27. Ceratophyllum submersum.
28. - demersum.
29. Nuphar luteum.
30. Nymphaea alba f. microsperma.
31. Brasenia purpurea.
32. Acer campestre.
33. Tilia platyphyllos.
34. Vaccinium uliginosum.
35. - Oxycoccos.
36. Fraxinus sp.
37. Menyanthes trifoliata.
38. Sphagnum cymbifolium.
39. - acutifolium.
40. Thuidium tamariscinum.
41. Aulacomnium palustre.*)
42. Hypnum aduncum.
43. - vernicosum.
44. - fluitans.
45. Hylocomium squarrosum.
46. Uromyces cf. Junci.

23. Interglaciale Diatomeenlager in Dänemark.

N. Hartz: Danske Diatoméjord - Aflejringer. Danmarks geologiske Undersögelse. II Räkke, No. 9. 1899.

In den interglacialen Diatomeenlagern von Hollerup, Fredericia und Trälle, die der Verfasser wohl mit Recht als der zweiten Interglacialzeit angehörig betrachtet, stellte

*) Statt der falschen Bestimmung Paludella squarrosa.

er nach seiner soeben erschienenen, beachtenswerthen Arbeit folgende Pflanzen fest:

1. ?Pteridium aquilinum.
2. Isoetes lacustre.
3. Taxus baccata.
4. Picea excelsa.
5. Pinus silvestris.
6. Typha sp.
7. Potamogeton praelongus.
8. - gramineus.
9. - cf. compressus.
10. Zannichellia palustris.
11. Najas marina.
12. Cladium Mariscus.
13. Scirpus lacustris.
14. Populus tremula.
15. Corylus Avellana.
16. Betula verrucosa.
17. - pubescens.
18. Alnus glutinosa.
19. Quercus Robur.
20. Viscum album.
21. Rumex cf. maritimus.
22. Ceratophyllum demersum.
23. Prunus sp.
24. Ilex Aquifolium.
25. Acer platanoides.
26. Tilia sp.
27. Fraxinus excelsior.
28. Menyanthes trifoliata.
29. Neckera complanata.
30. Antitrichia curtipendula.
31. Homalothecium sericeum.
32. Eurhynchium strigosum.
33. Hypnum cupressiforme.
34. - purum.
35. Cenococcum geophilum.
36. Microthyrium sp.
37. Chara sp.

VI. Dritte Glacialzeit.

24. Lütjen-Bornholt.

Weber: Neues Jahrbuch f. Mineralogie etc. 1893. Bd. I. S. 95. — Nebst einigen Ergänzungen und Berichtigungen.

Die interglaciale Torfschicht mit Pflanzen gemässigten Klimas, die Keilhack der zweiten Interglacialzeit einordnet, geht nach oben allmählich in Torf über, dessen Bildung in den Anfang der dritten Glacialzeit fällt. Es wurde darin gefunden:

1. Pinus silvestris.
2. Eriophorum cf. vaginatum.
3. Salix repens.*)
4. Betula nana.
5. Vaccinium Vitis idaea.
6. - Myrtillus.
7. Calluna vulgaris.
8. Sphagnum cf. cymbifolium.
9. Aulacomnium palustre.
10. Polytrichum strictum.
11. Hypnum cf. aduncum.

25. Jüngste Glacialbildungen Deutschlands und Südenglands.

Nathorst: Ueber den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntniss von dem Vorkommen fossiler Glacialpflanzen. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 17. Afd. III, No. 5. 1892.

---

*) Die sichere Bestimmung dieser Art verdanke ich Herrn Buser in Genf.

Es sind meist am Grunde jüngerer Moore vorkommende Schichten, welche eine arktische und eine subarktische Vegetation enthalten. In Betracht gezogen sind die Vorkommen der kurischen Nehrung, von Schroop in Westpreussen, Krampkewitz in Pommern, Oertzenhof, Neetzka und Nantrow in Mecklenburg, Projensdorf in Schleswig-Holstein, Schussenried in Württemberg, Kolbermoor in Bayern und Bovey-Tracey in Devonshire. Folgende Pflanzen sind darin beobachtet:

1. Potamogeton sp.
2. Salix arbuscula.
3. - cinerea.
4. - reticulata.
5. - polaris.
6. Betula alba.
7. - pubescens.
8. - nana.
9. Dryas octopetala.
10. Myriophyllum sp.
11. Vaccinium uliginosum.
12. - Oxycoccos.
13. Arctostaphylos Uva ursi.
14. Andromeda poliifolia.
15. Aulacomnium palustre.
16. Thuidium abietinum.
17. Hypnum aduncum var. grönlandicum.
18. Hypnum fluitans.
19. - - var. tenuissimum.
20. - trichoides.
21. - sarmentosum.
22. - turgescens.
23. Hylocomium proliferum.
24. Chara contraria.
25. - foetida.
26. Nitella flexilis.

26. Jüngste Glacialbildungen der Schweiz.

Litteratur s. No. 25.

In den Fundstätten von Schwerzenbach, Niederwyl, Schönenberg, Hedingen, Wauwyl und Le Chaux de Fonds, die unter ähnlichen Verhältnissen vorkommen, wie die unter No. 25 erwähnten, wurden von Nathorst und C. Schroeter (nach Nathorst a. a. O.), beobachtet:

1. Potamogeton sp.
2. Salix myrtilloides.
3. - reticulata.
4. - polaris.
5. - retusa.
6. - herbacea.
7. Betula nana.
8. Polygonum viviparum.
9. Dryas octopetala.
10. Myriophyllum sp.
11. Azalea procumbens.
12. Arctostaphylos Uva ursi.

Uebersichtstabelle.

In der folgenden Uebersichtstabelle sind nur die Gefässkryptogamen und Blüthenpflanzen und zwar in systematischer Reihenfolge aufgezählt. Jede der sechs Verticalreihen entspricht einer der Stufen der Diluvialzeit. Die als sicher bestimmt in der Litteratur angegebenen Pflanzen sind mit ! bezeichnet, die übrigen mit cf. oder ?. —

	I Präglacialzeit	II Erste Glacialzeit	III Erste Interglacialzeit	IV Zweite Glacialzeit	V Zweite Interglacialzeit	VI Dritte Glacialzeit
1. Athyrium Filix femina	—	—	—	—	?	—
Aspidium Thelypteris	—	—	!	—	!	—
- Filix mas.	—	—	—	—	!	—
Scolopendrium officinarum	—	—	!	—	!	—
Pteridium aquilinum	—	—	?	—	?	—
Osmunda regalis	!	—	—	—	—	—
Equisetum palustre	—	—	!	—	—	—
- heleocharis	—	—	!	—	—	—
Isoëtes lacustre	?	—	—	—	!	—
10. Taxus baccata	!	—	!	—	!	—
höttingensis	—	—	—	—	!	—
Abies alba	!	—	!	—	!	—
Picea excelsa	!	—	!	—	!	—
- Omorika	—	—	—	—	?	—
- omorikoides	!	—	—	—	—	—
Larix europaea	—	—	?	—	—	—
Pinus silvestris	!	—	!	—	!	!
montana	—	—	!	—	—	—
Juniperus communis	—	—	!	—	!	—
20. Typha sp.	—	—	!	—	!	—
Sparganium ramosum	!	—	!	!	—	—
- simplex	—	—	!	—	—	—
- minimum	—	—	!	—	—	—
- sp.	—	—	!	—	!	—
Potamogeton natans	—	—	!	—	!	—
- polygonifolius	—	—	cf.	—	—	—
- coloratus	—	—	cf.	—	—	—
- alpinus	—	—	!	!	—	—
- perfoliatus	—	—	!	—	—	—
30. - praelongus	!	—	cf.	—	!	—
- lucens	!	—	—	—	—	—
- gramineus	!	—	!	—	!	—
- crispus	!	—	cf.	!	—	—
- compressus	—	—	cf.	—	cf.	—
- obtusifolius	—	—	cf.	—	—	—
- pusillus	—	—	!	—	—	—
- rutilus	—	—	!	—	—	—
- trichoides	!	—	!	—	—	—
- pectinatus	!	—	—	—	—	—
40. - filiformis	—	—	cf.	—	—	—
- sp.	—	!	!	—	!	!
Zannichellia palustris	!	—	!	—	!	—
pedunculata	!	—	—	—	—	—
Najas marina	—	!	!	—	!	—
- flexilis	—	—	!	—	!	—
Alisma Plantago	!	—	!	!	—	—
Echinodorus ranunculoides	—	—	?	—	—	—
Stratiotes aloides	!	—	!	—	!	—

	I Präglacialzeit	II Erste Glacialzeit	III Erste Interglacialzeit	IV Zweite Glacialzeit	V Zweite Interglacialzeit	VI Dritte Glacialzeit
Hydrocharis Morsus ranae. . . .	—	—	!	—	—	—
50. Aira caespitosa	—	—	—	—	?	—
Arundo Phragmites	!	—	!	—	!	—
Glyceria aquatica	—	—	!	—	!	—
Cladium Mariscus	—	—	!	—	!	—
Scirpus paluster	!	—	—	—	—	—
- pauciflorus	!	—	!	—	—	—
- caespitosus	!	—	—	—	—	—
- acicularis	—	—	!	—	—	—
- fluitans	!	—	—	—	—	—
- setaceus	—	—	!	—	—	—
60. - lacustris	!	—	!	—	!	—
- rufus	—	—	!	—	—	—
- sp.	—	—	—	—	!	—
Eriophorum Scheuchzeri	—	cf.	—	—	—	—
- vaginatum	—	—	cf.	—	!	cf.
- polystachyum	!	—	!	—	?	—
- sp.	—	—	—	—	!	—
Carex echinata	—	—	—	—	?	—
- remota	!	—	—	—	—	—
- gracilis	—	—	?	—	—	—
70. - Goodenoughii	cf.	—	cf.	—	cf.	—
- glauca	—	—	—	—	!	—
- panicea	—	—	cf.	—	!	—
- pendula	—	—	—	—	!	—
- distans	—	—	?	—	—	—
- flava	—	—	—	—	!	—
- Pseudocyperus	—	—	—	—	!	—
- rostrata	cf.	—	!	—	—	—
- vesicaria	—	—	cf.	—	—	—
- acutiformis	!	—	cf.	—	—	—
80. - riparia	!	—	—	—	—	—
- sp.	—	!	!	—	—	—
Juncus sp.	—	—	—	—	!	—
Majanthemum bifolium	—	—	—	—	!	—
Convallaria majalis	—	—	—	—	!	—
Iris Pseudacorus	—	—	—	—	!	—
Salix pentandra	—	—	—	—	?	—
- fragilis	—	—	—	—	!	—
- amygdalina	—	—	—	—	!	—
- viminalis	—	—	—	—	!	—
90. - nigricans	—	—	—	—	!	—
- arbuscula	—	(!)	—	—	—	!
- glabra	—	—	—	—	!	—
- cinerea	!	—	!	—	!	!
- Caprea	—	—	!	—	!	—
- grandifolia	—	—	—	—	!	—
- aurita	—	—	!	—	!	—
- myrtilloides	—	!	—	—	—	!

	I Präglacialzeit	II Erste Glacialzeit	III Erste Interglacialzeit	IV Zweite Glacialzeit	V Zweite Interglacialzeit	VI Dritte Glacialzeit
Salix repens	—	—	!	—	?	!
- incana	—	—	—	—	!	—
100. - reticulata	—	—	—	—	—	!
- myrsinites	—	—	—	!	—	—
- retusa	—	!	—	—	—	!
- herbacea	—	!	—	!	—	!
- polaris	—	!	—	!	—	!
- purpurea	—	—	—	—	!	—
Populus tremula	—	—	!	—	!	—
- alba	—	—	—	—	!	—
- canescens	—	—	—	—	!	—
- Fraasii	—	—	—	—	!	—
110. - sp.	—	—	?	—	—	—
Myrica Gale	—	—	!	—	?	—
Juglans sp.	—	—	!	—	!	—
- regia	—	—	?	—	!	—
Corylus Avellana	!	—	!	—	!	—
Carpinus Betulus	!	—	!	—	!	—
Betula alba	!	—	!	—	!	!
- verrucosa	—	—	!	—	!	—
- pubescens	!	—	!	—	!	!
- papyrifera	—	—	—	—	!	—
120. - nana	—	!	—	!	!	!
Alnus glutinosa	!	—	!	?	!	—
- incana	—	—	—	—	!	—
Fagus silvatica	!	—	!	—	!	—
Quercus Robur	!	—	!	—	!	—
- sessiliflora	—	—	!	—	!	—
- Mammuthii	—	—	?	—	!	—
- sp.	—	—	!	—	—	—
Urtica dioica	—	—	!	?	—	—
Ulmus sp.	—	—	?	—	!	—
130. - campestris	—	—	—	—	!	—
- montana	!	—	—	—	—	—
Ficus Carica	—	—	—	—	!	—
Viscum album	—	—	—	—	!	—
Rumex maritimus	!	—	!	!	cf.	—
- crispus	!	—	!	!	—	—
- Acetosella	!	—	?	—	—	—
Polygonum viviparum	—	!	—	—	—	!
- Persicaria	!	—	—	—	—	—
- Hydropiper	—	—	?	—	—	—
140. Atriplex patulum	!	—	—	—	—	—
Montia fontana	—	—	!	!	—	—
Moehringia trinervia	—	—	—	—	!	—
Stellaria media	!	—	—	!	—	—
- uliginosa	!	—	—	—	—	—
- sp.	—	!	—	—	—	—
Nuphar luteum	!	!	!	—	!	—

	I Präglacialzeit	II Erste Glacialzeit	III Erste Interglacialzeit	IV Zweite Glacialzeit	V Zweite Interglacialzeit	VI Dritte Glacialzeit
Nymphaea alba	—	—	!	—	!	—
- alba f. microsperma	—	—	!	—	!	—
Brasenia purpurea	—	—	!	—	!	—
150. Ceratophyllum submersum	—	—	!	—	!	—
- demersum	!	—	!	!	!	—
Caltha palustris	!	—	—	!	—	—
Clematis Vitalba	—	—	—	—	!	—
Thalictrum flavum	!	—	!	—	—	—
Ranunculus hederaceus	?	—	—	—	—	—
- aquatilis	!	cf.	!	!	—	—
- confervoides	—	cf.	—	—	—	—
- Lingua	—	—	!	—	—	—
- repens	!	—	!	—	—	—
160. - sceleratus	!	—	!	!	—	—
Corydallis (intermedia?)	—	—	—	—	!	—
Laurus canariensis	—	—	—	—	!	—
Saxifraga Hirculus	—	!	—	—	—	—
- oppositifolia	—	!	—	—	—	—
- aizoides	—	(!)	—	—	—	—
Ribes alpinum	—	—	—	—	!	—
Platanus sp.	—	—	!	—	—	—
Prunus spinosa	!	—	—	—	—	—
- Avium	—	—	—	—	!	—
170. - Mahaleb	—	—	—	—	!	—
- Padus	—	—	—	—	?	—
- sp.	—	—	—	—	!	—
Filipendula Ulmaria	!	—	—	—	—	—
Rubus fruticosus	!	—	—	—	!	—
- caesius	—	—	—	—	!	—
- idaeus	—	—	!	!	—	—
- sp.	!	—	!	—	—	—
Dryas octopetala	—	—	—	—	—	!
Fragaria vesca	—	—	—	—	!	—
180. Comarum palustre	!	—	!	—	!	—
Potentilla micrantha	—	—	—	—	!	—
Poterium officinale	!	—	—	!	—	—
Rosa canina	—	—	!	—	—	—
- sp.	—	—	?	—	—	—
Crataegus Oxyacantha	!	—	—	—	—	—
Pirus torminalis	—	—	?	—	—	—
- Aria	!	—	—	—	!	—
- Aucuparia	—	—	—	—	!	—
Cercis Siliquastrum	—	—	—	—	!	—
190. Astragalus sp.	—	—	?	—	—	—
Orobus sp.	—	—	—	—	!	—
Geranium (columbinum?)	—	—	—	—	!	—
Polygala Chamaebuxus	—	—	—	—	!	—
Euphorbia amygdaloides	!	—	—	—	—	—
Buxus sempervirens	—	—	—	—	!	—

	I Präglacial-zeit	II Erste Glacialzeit	III Erste Inter-glacialzeit	IV Zweite Glacialzeit	V Zweite Inter-glacialzeit	VI Dritte Glacialzeit
Empetrum nigrum	—	—	!	—	—	—
Evonymus europaeus	—	—	—	—	!	—
- latifolius	—	—	—	—	!	—
Ilex Aquifolium	—	—	!	—	!	—
200. Acer Pseudoplatanus	—	—	!	—	!	—
- opulifolium	—	—	—	—	!	—
- platanoides	—	—	!	—	!	—
- campestre	!	—	!	—	!	—
- sp.	—	—	!	—	—	—
Pavia sp.	—	—	!	—	—	—
Rhamnus cathartica	—	—	?	—	!	—
- höttingensis	—	—	—	—	!	—
Frangula Alnus	—	—	!	!	!	—
Tilia parvifolia	—	—	!	—	—	—
210. - intermedia	—	—	!	—	—	—
- platyphyllos	—	—	!	—	!	—
- sp.	—	—	!	—	!	—
Hypericum quadrangulum	!	—	—	—	—	—
Viola palustris	!	—	—	!	—	—
- odorata	—	—	—	—	!	—
- sp.	—	—	—	—	!	—
Trapa natans	!	—	?	—	!	—
Myriophyllum spicatum	!	—	—	!	cf.	
- sp.	—	—	!	—	—	!
220. Hippuris vulgaris	!	!	!	!	!	—
Hedera Helix	—	—	—	—	!	—
Hydrocotyle vulgaris	!	—	—	—	—	—
Oenanthe Lachenalii	!	—	—	—	—	—
- aquatica	!	—	!	!	!	—
Heracleum Sphondylium	!	—	—	—	—	—
Cornus sanguinea	!	—	!	—	!	—
Azalea procumbens	—	—	—	—	—	!
Rhododendron ponticum	—	—	—	—	!	—
Vaccinium Myrtillus	—	—	!	—	—	!
230. - uliginosum	—	—	—	—	!	!
- Vitis idaea	—	—	!	—	—	!
- Oxycoccos	cf.	—	!	—	!	!
Arctostaphylos Uva ursi	—	—	—	—	—	!
Arbutus Unedo	—	—	—	—	?	—
Andromeda poliifolia	—	—	!	—	—	!
Calluna vulgaris	—	—	—	—	!	!
Lysimachia Nummularia	—	—	—	—	?	—
Ligustrum vulgare	—	—	—	—	!	—
Fraxinus excelsior	—	—	!	—	!	—
240. - americana	—	—	cf.	—	—	—
- sp.	—	—	!	—	!	—
Menyanthes trifoliata	!	—	!	!	!	—
Menta aquatica	!	—	!	—	—	—
Lycopus europaeus	!	—	!	!	!	—

	I Präglacialzeit	II Erste Glacialzeit	III Erste Interglacialzeit	IV Zweite Glacialzeit	V Zweite Interglacialzeit	VI Dritte Glacialzeit
Stachys paluster	!	—	?	—	—	—
Brunella vulgaris	—	—	—	—	!	—
- grandiflora	—	—	—	—	!	—
Ajuga reptans	—	—	—	!	—	—
Solanum Dulcamara	!	—	—	—	—	—
250. Utricularia minor	—	—	!	—	—	—
Galium palustre	—	—	!	—	—	—
- sp.	—	—	—	—	!	—
Viburnum Lantana	—	—	—	—	!	—
- Opulus	—	—	—	—	cf.	—
Sambucus nigra	—	—	!	—	—	—
- Ebulum	—	—	—	—	!	—
Bellidiastrum Michelii	—	—	—	—	!	—
Adenostyles Schenkii	—	—	—	—	!	—
Eupatoria Cannabinum	—	—	!	!	—	—
260. Bidens tripartitus	!	—	!	!	—	—
Tussilago prisca	—	—	—	—	!	—
Cirsium lanceolatum	!	—	—	—	—	—
Lampsana communis	!	—	—	—	—	—
Picris hieracioides	!	—	—	—	—	—
Taraxacum officinale	—	—	—	!	—	—

Ueberblickt man diese sechs Listen, so erkennt man, wie das ja von vornherein zu erwarten stand, dass die Glacialzeiten wesentlich ärmer an Arten waren, als die Interglacialzeiten. Subarktische und arktische Pflanzen sind es, die die Flora der Glacialzeiten kennzeichnen, während in den Interglacialzeiten in unser Gebiet die Pflanzen des gemässigten Klimas und selbst eines wärmeren eindrangen, als gegenwärtig hier herrscht.

Besonders zeichnet sich die zweite Interglacialzeit dadurch aus, dass in ihr eine Reihe mediterraner Pflanzen, wie Iuglans regia, Ficus Carica, Laurus canariensis, Cercis Siliquastrum, Rhododendron ponticum, weit nach Norden vordrangen. Es ist allerdings befremdend, dass die Temperaturerhöhung, die damit Hand in Hand gegegangen sein muss, in den als gleichalterig betrachteten Lagerstätten Schleswig-Holsteins und Dänemarks verhältnissmässig weniger zum Ausdruck gelangt, als man erwarten sollte.

Dagegen deuten in der ersten Interglacialzeit die vegetabilischen Einschlüsse der Kalktuffe Thüringens und der mittleren Schichten von Honerdingen (vorausgesetzt,

dass Iuglans und Platanus richtig bestimmt sind), auf ein Klima, das im Verhältniss wärmer gewesen zu sein scheint, als das, welches zu derselben Zeit zu Utznach, Dürnten, Mörschweil u. s. w. in der Schweiz herrschte. Die Flora der Kalktuffe Thüringens, Klinges und Honerdingens passt anscheinend besser zu der von Höttingen und La Celle, als zu den interglacialen Ablagerungen der Schweiz.

Wenn die von uns angenommene Einordnung der einzelnen Fundstätten in die Stufen der Diluvialzeit nichtsdestoweniger richtig sein sollte, so würde in der ersten Interglacialzeit der Norden des in Betracht gezogenen Gebietes verhältnissmässig wärmer gewesen sein, als der Süden, während in der zweiten Interglacialzeit das Umgekehrte stattfand.

Dies könnte für die Richtigkeit der Voraussetzung bedenklich erscheinen. Man darf aber nicht vergessen, dass das Klima dieser beiden Abschnitte unseres Gebietes nicht allein von der allgemeinen Wärmezunahme, sondern auch von der geographischen Vertheilung von Festland und Meer, von der Höhe der Gebirge, der Ausbildung grösserer Steppen oder Wüsten in der weiteren Umgebung und von den dadurch hervorgerufenen Luftströmungen bedingt ist, und damals in beiden Abschnitten unseres Gebietes verschieden, sowie von der Gegenwart abweichend beeinflusst gewesen sein kann. Ueber alle diese Verhältnisse wissen wir in den einzelnen Stufen der Diluvialzeit nämlich so gut wie nichts. Nur soviel steht fest, dass die Küstenlinien der nördlichen Theile Europas während dieser Periode starken Schwankungen unterworfen waren, so dass z. B. zu einer Zeit die Nordsee über Schleswig-Holstein mit der Ostsee in Verbindung stand und die warmen Fluthen des Golfstroms weiter in das Innere der nördlichen Theile Europas gelangen konnten als heute. Es wäre wohl denkbar, dass dadurch der nördliche Abschnitt unseres Gebietes zeitweilig verhältnissmässig besser erwärmt und befeuchtet worden ist als der südliche. Man braucht deshalb aus der hervorgehobenen auffälligen Erscheinung noch nicht mit unfehlbarer Sicherheit zu schliessen, dass deren Ursache allein in der verkehrten Beurtheilung des Alters der in Betracht kommenden Fundstätten läge, obschon wir diese Möglichkeit nach dem eingangs Gesagten offen halten müssen.

Weniger Gewicht darf man, wenn es sich um die Entscheidung der Altersfrage handelt, auf das Vorkommen von jetzt anscheinend ausgestorbenen Arten in

den Ablagerungen legen, die der zweiten Interglacialzeit eingeordnet wurden, wie Taxus höttingensis, Iuglans cf. tephrodes, Populus Frassii, Quercus Mammuthii, Rhamnus höttingensis, Adenostyles Schenkii, Tussilago prisca. Von allen diesen ist bisher nur Quercus Mammuthii in zweifelhafter Weise in der ersten Interglacialzeit verzeichnet worden. Aber der Schluss aus dem Nichtbeobachtetsein ist immer unsicher. Man hat im Gegensatze zu den thierischen Resten im Ganzen den Pflanzenresten in den diluvialen Fundstätten bisher eine viel zu nebensächliche Beachtung geschenkt; eine erneute, umfassende und sorgfältige botanische Untersuchung bereits bekannter oder etwa neu aufgedeckter Fundstätten bringt vielleicht ausser den erwähnten noch die eine oder andere ausgestorbene Form an den Tag. Wahrscheinlich handelt es sich ja bei den genannten Arten um Ueberbleibsel der alten pliocänen Flora Europas, in der sich bekanntlich noch mannigfaltige Hinweise auf die Pflanzenwelt Nordamerikas finden, die wir selbst noch in der zweiten Interglacialzeit durch Betula papyrifera angedeutet sehen. Mit Rücksicht darauf wäre das Vorkommen von Fraxinus cf. americana und Pavia sp. in den Kalktuffen Thüringens, abgesehen von dem angeblichen Vorkommen von Iuglans sp. und Platanus sp. bei Honerdingen von Interesse. Wenigstens würden Vorkommen wie diese beweisen, dass auch in den Ablagerungen der ersten Interglacialzeit Formen vorhanden waren, die zu der alten tertiären Flora des Landes in Beziehung standen.

Jedenfalls rechtfertigt nichts die Annahme, dass die erste Eiszeit, die — soviel man weiss — die stärkste Vergletscherung Europas hervorgebracht hat, das Aussterben der erwähnten und ähnlicher Arten hervorgerufen haben müsse. Der beste Gegenbeweis liegt eben darin, dass die betreffenden Vorkommen thatsächlich interglacial sind, so dass sie selbst in dem Falle, wo man die bezüglichen Ablagerungen der ersten Interglacialzeit einordnen wollte, doch immer die stärkste Eiszeit überdauert haben müssen. Hier ist besonders darauf aufmerksam zu machen, dass Brasenia purpurea in Ablagerungen auftritt, die Keilhack theils der ersten, theils der zweiten Interglacialzeit zugerechnet hat. Diese Art ist also — die Richtigkeit der bezüglichen Altersbestimmungen vorausgesetzt — erst kurz vor oder vielleicht während der dritten Eiszeit ausgestorben, und die nämlichen Ursachen, die dies bewirkt haben, mögen auch das Erlöschen der

anderen tertiären Typen in Europa erst um dieselbe Zeit herbeigeführt haben.

Die geographische Verbreitung einer Art hängt ja — ganz abgesehen von anderen in Betracht kommenden Umständen — nicht allein von der allgemeinen Beschaffenheit des Klimas, sondern ebensosehr von seinem jährlichen Gange ab. Dieser Gang muss derart sein, dass die Art zu der Zeit ihrer Keimung, ihrer ersten Entwickelung, ihres alljährlichen Laubaustriebes, ihrer Blüthenbildung, ihrer Blüthe, ihrer Befruchtung, ihrer Frucht- und Samenreife, der Verholzung ihrer Jahrestriebe u. s. w. jedesmal ein angemessenes klimatisches Optimum trifft, oder aber sie wird durch andere Arten, die statt ihrer durch den Gang des Klimas mehr begünstigt oder weniger benachtheiligt sind, endlich verdrängt: sie muss aussterben, wenn der weiteren Verbreitung über ihren ursprünglichen Wohnsitz hinaus irgend welche Hindernisse entgegenstehen.

Treten dauernde Störungen in dem bisherigen Gange des Klimas eines Landes ein, so werden demgemäss solche allein schon für manche Arten ebenso verhängnissvoll werden, wie wenn das Klima eine dauernde wesentliche Aenderung erfährt, die sich bis zur Ausbildung einer Glacialzeit oder einer Interglacialzeit steigert.

Die zweite Art der Aenderung ist es, die ihre Spuren ausser in der Vegetation und ihren Rückständen auch in dem geognostischen Aufbau des Landes hinterlässt, während die andere sich im Allgemeinen **nur** durch die Veränderung zu verrathen vermag, welche gewisse Züge des Vegetationsbildes erfahren haben. Möglichenfalls waren es derartige Aenderungen in dem jährlichen Gange des Klimas, die gegen das Ende der zweiten Interglacialzeit ausser Brasenia purpurea manche andere Nachzügler der tertiären Flora in Europa zum Verschwinden brachten.



Druck von G. Bernstein in Berlin

Allgemein-verständliche naturwissenschaftliche Abhandlungen.

Heft 23.

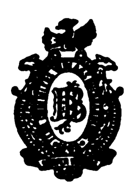
Die Mathematik der Oceanier.

Von

L. Frobenius.

Sonder-Abdruck aus der „Naturwissenschaftl. Wochenschrift“

Redaction: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1900.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Die vorliegende kleine Abhandlung stellt das Endergebniss mehrjähriger eifriger Studien dar, wie man es zunächst skizzenhaft darstellt als Vorbereitung eines umfangreicheren Werkes. Die knappe Behandlung des Stoffes erlaubt es mir nicht, kritische Bemerkungen über den Werth der einzelnen Angaben in der Litteratur — und die von den Reisenden angegebenen Zahlenreihen beanspruchen eine ausserordentlich wachsame Kritik! — oder die ganze Menge des aufgespeicherten Materials hier wiederzugeben. Es ist dies eben eine rechte und schlichte Skizze.

Als wichtigste wissenschaftliche Litteratur müssen die Arbeiten von von der Gabelentz, Schnorr von Carolsfeld, Raffles, von Humbold sowie die enormen Materialsammlungen von Bastian, Ling Roth und A. B. Mayer bezeichnet werden. Mit diesen Autoren, von denen ich mancherlei Wesentliches und Wichtiges lernen konnte, bin ich in keiner Weise in Conflict gerathen, da ich andere Wege gegangen bin. Erst nach dem Abschluss der Studien habe ich von den Steinen's Arbeit über die Mathematik der Bakairi in Augenschein genommen und gefunden, dass er ähnliche und wesentliche Belege für den Ursprung der 2 bei den amerikanischen Indianern wie ich bei den Neuholländern und Indonesiern gefunden hat.

Für die nachfolgende Studie erbitte ich freundliche Nachsicht. Es ist mir wohlbewusst, wie schwierig es ist, auf so geringem Raum ein so umfangreiches Kapitel zu behandeln, zumal, wenn noch wesentliche erweiternde Gesichtspunkte aufgestellt werden.

Allgemeine Beschreibung.

1. Geographische und ethnographische Vorbesprechung.

Die Thatsache, dass von der hinterindischen Halbinsel bis zur Oster-Insel einerseits, bis nach Madagaskar

andererseits die gleiche Sprache, wenn auch in vielen Dialekten gesprochen wird, versetzte schon die ersten Entdecker in Erstaunen; ja, man konnte sich zunächst nicht an diesen Gedanken gewöhnen, und auch die heutige, allerdings verfeinerte Wissenschaft beschäftigt sich noch mit der Frage, wie man diese Verwandtschaft zu deuten habe, in welcher Nähe sie hier und da auftritt etc. Sehr complicirt werden alle derartigen Fragen dadurch, dass sich auf Neuholland, (dem Festlande Australien), sowie in Melanesien andersartige und dem grossen malajischen vollkommen fremde Sprachstämme vorfinden. Für die Verbreitung derartiger Merkmale sind wir es gewöhnt, geographische Verhältnisse verantwortlich zu machen und in diesem Sinne erscheint eine Betrachtung wie die folgende von Werth.

Um die Zunge (Malakka) der hinterindischen Halbinsel lagern die grossen Sundainseln zunächst, im weiteren Umkreise die kleinen Sunda, die Molukken und die Philippinen. Diese eigenartige Lage bedeutet eine Erziehung zur Schiffahrt, wie wir sie ähnlich im alten Griechenland mit seiner Inselwelt historisch verfolgen können. Von diesem Quellgebiet Indonesien gehen drei Wege oder Bahnen oder Achsen nach Osten.

Erster Weg. Südachse. Im Südosten Indonesiens lagert die gewaltige Insel Neu-Holland. Die dürftige Eigenart des Bodens, die unwirthlichen Gestade, die weite Ausdehnung der Gestade und des öden Inlandes bringen hier eine aus Osten kommende langsame Bewegung mit sich.

Zweiter Weg. Mittelachse. Im Osten Indonesiens befindet sich die langgestreckte Insel Neuguinea mit ihren der Schifffahrt so günstigen Häfen und Küsten. Diese langgestreckte Gestalt mit der ausgeprägten Richtung der Küsten, die Mündung dieser Richtung in die ostmelanesische Inselwelt erziehen zur ausgeprägten Küstenschifffahrt und haben eine beschleunigte Beweglichkeit zur Folge. — Diese Achse mündet, wie gesagt, im östlichen Melanesien. Hier aber geht eine Ausdehnung der verhältnissmässig schmalen Wanderrasse vor sich und die Wellen der durch die Wanderschaft der Mittelachse hervorgerufenen Bewegung branden an den Gestaden Neuhollands (Ostküste) und der polynesischen Inselwelt.

Dritter Weg. Nordachse. Im Nordosten Indonesiens führen die weiten Meere und Monsumwinde nach

den Inselgruppen der Marianen, Palau, Carolinen etc. Das sind die weitverstreuten Inseln Mikronesiens, denen sich in südlicher und südöstlicher, sowie westlicher Richtung Polynesien anschliesst. Da sind Momente (die weiten offenen Meere, die Inselsaat, die geregelten Monsume!) geboten, die unbedingt zu einer unbegrenzten Beweglichkeit überleiten. Und dennoch kann es nicht Wunder nehmen, wenn wir im Bereiche der Mittelachse zahlreiche kleine und grosse, kaum merkliche und wesentliche Einflüsse und Beziehungen der nördlichen Verhältnisse entdecken. — Wohl zu bemerken ist aber zweierlei. Einmal nämlich ist der Uebergang von Indonesien nach Polynesien durch ein Gebiet dargestellt, dessen kleine und weitverstreute Inseln für eine ununterbrochene Verbindung durchaus nicht geeignet sind. Auch darf man diese Inseln nicht reich nennen. Daher tritt hier ein Absterben der beständigen Verbindung ein. Mikronesien ist ein todtes Gebiet sozusagen. Dagegen andererseits Polynesien mit seinen grösseren und überaus reich bedachten Inseln. Das ist ein grosses Aussengebiet selbstständiger Ausbildung.

Derart vermögen wir aus der geographischen Beschaffenheit die Gesetze zu lesen, nach denen sich die Culturformen in den oceanischen Regionen ausgedehnt und umgebildet haben. Den drei Achsen entsprechend konnte ich für Oceanien auch drei Culturformen nachweisen, nämlich für den Süden die nigritische Cultur, für die Mitte die vormalajische Cultur, für den Norden die malajosiatische Cultur (siehe die demnächst in „Petermanns geographischen Nachrichten“ erscheinenden kartographischen Darstellungen und die mit reichen Illustrationen ausgestatteten Arbeiten in der „Mutter Erde.“ In der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“ werde ich demnächst auch noch eine eingehendere Darstellung an der Hand der Bogen- und Schildformen bringen können).

Wir werden das Gebiet im Wesentlichen in vier Provinzen betrachten können, nämlich: 1. Quellgebiet: Indonesien, 2. Südgebiet: Neuholland, 3. Mittelgebiet: Melanesien, 4. Nord- und Ostgebiet: Mikronesien und Polynesien.

2. Die Zahlenreihen in Indonesien.

Vergleichen wir zunächst einmal die folgenden wichtigsten Zahlenreihen von 1 bis 10 als Beispiele:

1. Sumatra (Passumah)	2. Nord-Java (Sunda)	3. Engano
1 = Soe	sa od. seji	kai
2 = doe	dua	adua
3 = tigoe	tilu	akolu
4 = mpat	opat	chapa (gapa)
5 = limu	lima	aniba
6 = nämm	ganap	kakina
7 = tuju	tuju	aniba-dua
8 = dlapan	dalapan	yapa-yapa
9 = sembulan	salapan	kawai-kai
10 = sapilu	pulu	kapawul

4. Selebes (Turaja)	5. Aru (Hebi)	6. Ternate (Tabello)
1 = mesa	eti	moi
2 = doewa	rua	chinoto
3 = tulu	lasi	changi
4 = appa	ka	chiatu
5 = lima	lima	matoa
6 = anang	dum	butanga
7 = pitu	dibem	tomidi
8 = aroea	karua	tufengi
9 = amesa	sira	hiwo
10 = sapulu	ruwapa	ngimoi

Hieraus ist vor Allem zu ersehen, dass die Indonesier durchgehend bis 10 eigene Zahlen haben; lassen wir die Frage, ob dieselben nicht auch zusammengesetzt sind, zunächst vollkommen aussser Acht: Thatsächlich ist das vollkommene Decimalsystem mit vollendeter Zahlenreihe von 1 bis 10 das erste Merkmal indonesischer Sprache. Das zweite wesentliche Merkmal bedingt schon Ausscheidung einzelner Gruppen als Ausnahme im Bereich des Allgemeinen. Von Formosa bis Malakka und zu den Aruinseln sind nämlich die Worte von 1—6 im Stamm gleich. Malajisch 1 = sa oder satu; 2 = dua; 3 = tiga; 4 = ampat; 5 = lima; 6 = anam. Ausgenommen hiervon sind vor Allem einige Sprachen der östlichen Melanesien zu gelegenen Inseln. (Siehe Tabelle!) Dann aber auch in einigen Abweichungen Engano.

Ferner sind zwei verschiedene Gruppen zu erkennen in den Worten von 7 = 9, nämlich: 1) 7 = fitu oder pitu; 8 = kaparu, valu, arua; 9 = siwa oder iva. Verbreitung: Philippinen, Sulu, Molukken, kleine Sunda, dann als

einzelne Stämme: Nias, Mentawej, Battak auf Sumatra (einzelne Worte sind auch nach anderen Gegenden verschlagen worden, zumal auch bei den Dajak vertreten).

2) 7 = tuju; 8 = dalapan; 9 = salapan oder sambilan. Verbreitung: Eigentliche Malaien, Redjang und Passuma auf Sumatra, Dajak und Malaien auf Borneo, Malaien auf Celebes, Sunda auf Nordjava, dann noch Batjan.

Die erste dieser beiden Gruppen ist die östliche, wir werden sehen, dass sie die zu den Stämmen Melanesiens und über die Nordachse nach Polynesien getragene ist. Die zweite ist jung, gehört dem Westen an und ist wenig verbreitet.

Wir erhalten also als Gruppen Indonesiens:

1. Gruppe 1—10 selbstständige Werthe (z. B. Halmahera) Ostindonesien.
2. Gruppe 1—5 die üblichen Worte, 6—10 selbstständige (z. B. Timor). Vorkommnisse im Osten.
3. Gruppe 1—10 die üblichen Worte:
   a) 8 = kaparua. Ostindonesien.
   b) 8 = dalapan. Westindonesien.

Als einzelnes Vorkommniss ist zu erwähnen vor allen Dingen: Die Sprache der Inlandbewohner von Malakka, die nur Worte von 1 bis 2 besitzen. 1 = nai und 2 = be.

3. Die Zahlenreihen in Mikro- und Polynesien.

Es ist naturgemäss, dass wir den Sprachen der äusseren Gebiete, also Mikronesiens, Polynesiens, Melanesiens und Neuhollands eine noch weit grössere Wichtigkeit beimessen, als denen Indonesiens in dem der neuere Zufluss ein ganz bedeutender ist. Demnach sind in den folgenden Gegenden mehr Beispiele anzuführen. Betrachten wir mikronesische Zahlwörter:

7. Palau (Engl. Schreibw.)	8. Sonsol (Deutsche Schreibw.)	9. Marianen (Deutsche Schreibw.)
1 = tong	deu	hatjijai
2 = oru	ruou	huguijai
3 = othey	torou	totguijai
4 = oang	fau	fat fatai
5 = aeem	limou	limijai
6 = malong	orou	gonmijai
7 = oweth	fitou	fedguijai
8 = tei	varuu	gnalguijai
9 = etew	tuau	siguijai
10 = makoth	e geti	manutai

10. Ulea	11. Yap	12. Marschall
1 = eiota	rep	duon
2 = ruo	ru	ruo
3 = tolu	talep	dillo
4 = teia	enenga	emmen
5 = lima	lahl	lallim
6 = honu	hen	dildimu
7 = feizu	medelip	dildimem duon
8 = warto	merru	eldinu
9 = hiwo	merep	eldinemduon
10 = segga	ragga	tabudjet

Die westlichen Sprachen zeigen offenkundigst eine directe Verwandtschaft mit der östlichen Gruppe Indonesiens. Bedenken wir dazu, dass makoth oder (spanisch) magat = 10 dem mogioh, mogiogo, mogioko etc. = 10 der Sprachen der Residentschaft Ternate gleichkommt, dass auf Sonsol (zwischen Neuguinea und Palau gelegen) 10 wohl e geti heisst, dagegen in 11, 12 etc. 10 = tigi enthalten ist, ein Wort, das ebenfalls auf westindonesischen Inseln wiederkehrt, so wird es noch deutlicher, dass wir eine Umbildung der ostindonesischen Gruppe vor uns haben, zu der dann auch noch die zumal den philippinischen Dialecten verwandten Worte der Marianen gehören. Letztere sind durch Anhängsel allerdings schwer kenntlich; aber gonm = anam, fet = fitu, gnal = ualu, si = siwa etc. Damit wäre die erste Gruppe festgelegt. Nun Carolinen und Marschall.

Auf Ulea tritt die Beziehung zum ostindonesischen Sprachstamme klar hervor. Dieselbe ist nicht nur durch 1—5 und honu = anam, feizu = fitu, warto = valu und hiwo = iva charakterisirt, sondern auch durch die Verschiedenartigkeit der 10, eine für die ostindonesischen Sprachen geradezu charakteristische Erscheinung. Marschall und Yap dagegen zeigen nur die Zahlen 1—5 übereinstimmend. Das obige Wortverzeichniss von den Marschall stammt von Radak, ein solches von Ebon zeigt aber noch klarer, wie stark auch diese ersten fünf Zahlen schon umgebildet sind. Die übrigen von 6—10 (höchstens hen [Yap] = anam) zeigen keine Aehnlichkeit mit ostindonesichen Sprachen. Zu dieser Gruppe nun ist auch die Zahlenreihe von Lukunor zu rechnen, bei der die ersten 5 Zahlen in 6—10 wiederkehren.

Demnach haben wir als Gruppen der mikronesischen Zahlen aufzuführen:

1. Gruppe, entsprechend der 3a-Gruppe in Indonesien.
2. Gruppe, die Worte 1—5 die üblichen; 6—10 dagegen selbständig.

Danach wären die polynesischen Zahlwörter zu prüfen; für diese gebe ich folgende, englisch zu lesende Beispiele.

13. Tahiti.	14. Samoa.	15. Rotuma.
1 = tahi	tasi	ta
2 = rua	lua	rua
3 = toru	tolu	thol
4 = ha	fa	hak
5 = rima	lima	lium
6 = ono	ono	on
7 = hitu	fitu	hith
8 = varu	valu	vol
9 = iva	iva	siar
10 = ahuru	sefulu	sanghul

Demnach schliesst sich die ganze fast einheitliche Gruppe der polynesischen Zahlwörter derjenigen des östlichen Indonesien durchaus an, und wir dürfen demnach die mikronesischen und polynesischen Zahlenreihen als zum grössten Theil denen der indonesischen 3a Gruppe nahe verwandt bezeichnen. Die Ausnahmen, die in dem todten Gebiet, wie wir es oben nannten, sich finden, sind später leicht zu erklären.

4. Die Zahlenreihen in Melanesien.

Die Zahlenreihen Melanesiens sind ausserordentlich verschiedenartig, und um hinter die Gesetze ihrer Art zu kommen, müssen wir eine umfangreichere Beispielsreihe als bisher heranziehen und das Gebiet in mehrere Theile zergliedern. Nehmen wir zunächst das westliche, also holländische Neuguinea.

16. Marapi	17. Kiat	18. Ati-ati.
1 = satu	hrawo (yewa)	nangko
2 = yulit	hrari	nangri
3 = yutäri	hrateri	nangteri
4 = yugara	hrangara	nangara
5 = tumbu	hratumbu	nangtumbu
6 = träkpo	haerekbo	dann Wiederholung
7 = haerebri	haerebri	dieser 5 Zahlen an
8 = haerebteri	hrebteri	der anderen Hand
9 = hraebnungara	hrebgara	gleich 6—10.
10 = pra	hrebtumbu (bara)	(pra = 10)

Bis auf die Papuainseln erstreckt sich das Ausbreitungsgebiet der ostindonesischen Zahlenreihe. Auch kommt dieselbe hie und da an der Küste vor. Eigentlich heimisch auf Neuguinea sind aber Formen, wie die hier wiedergegebenen. In diesen erkennen wir Spuren der ostindonesischen Reihe nur in 1—4. Alle diese Zahlenreihen nähern sich aber einer Erscheinung, die zumal auch auf kleinen Sunda und Molukken häufig sind. Sie beginnen mit einer für die betreffende Landschaft typischen Vorsilbe (hra = im Kiat, nang = im Ati-ati), sowie = guijai im Dialect der Marianen angehängt wird.

Berücksichtigen wir nun den inneren Bau dieser Reihen, so ist sogleich festzustellen, dass dieselben nur fünf Zahlwörter enthalten, nicht nur das Ati-ati, sondern ebenso das Marapi, Kiat, Skro etc., denn 6 = 5 + 1, 7 = 5 + 2, 8 = 5 + 3, 9 = 5 + 4, 10 = 5 + 5 oder bara. Demnach hat das westliche Neuguinea nur Zahlen von 1—5, die wenn auch weit, so doch den indonesischen verwandt sind.

Weiterhin kommt Deutsch- oder Nordostneuguinea zur Untersuchung.

19 Bokadschim	20. Kelana kei	21. Tami
1 = kudjaia	ulku	te
2 = aiel	aetke	lu
3 = alub	karaue	tul
4 = kollere	mange	pat
5 = banganikobbo	mete mane	lim
6 = bang kudjaia	ueku so mete mane	tan
7 = bang aiel	aetke so mete mane	lu
8 = bang alub	karaue so mete mane	autul
9 = bang kollere	mange so mete mane	pat
10 = bang aiel	metaetke	limandalu

Wie in holländisch-Neuguinea liegen nur eigentlich 5 Zahlen vor und die übrigen werden ausgedrückt 6 = 5 + 1, 7 = 5 + 2, 8 = 5 + 3, 9 = 5 + 4, 10 = 5 × 2.

Dabei zeigen die Tami-Worte directe Beziehung zu denen der Nordachse; denn te gleich satu, lu gleich rua, tul gleich tolu, pat gleich ampat, lim gleich lima. Aber nicht nur hierin ist eine Verwandtschaft erwiesen, sondern auch andere Reihen aus Deutsch-Neuguinea, denen man auf den ersten Blick die Beziehung zu indonesischen Wörtern absprechen möchte, tragen die Merkmale solcher. Das moi = 1 (Ternate) kommt als moi = 1 im limbang-kei

wieder. Im Uebrigen sind die Reihen, wenn wir von solchen Analogieen absehen, unter einander mehr als dialektisch verschieden.

Endlich haben wir den dritten Theil Neuguineas, das britische Neuguinea, zu berücksichtigen:

	22. St. Josephsfluss	23. Woodlarkinseln.
1 =	aungao	koitan
2 =	aungi	kweyu
3 =	oio	kweiton
4 =	pangi	kweiwas
5 =	imaa	kweinim
6 =	ngea	koitan
7 =	ngeo anungi	kweyu
8 =	ngea oio	keiton
9 =	ngea pangi	kweivas
10 =	oua	sinawatan kasuratan.

Es liegen abermals nur Zahlenreihen von 1—5 vor, denen meistens diejenigen von 6—10 entsprechen. Es ist aber zu beachten, dass die Sprache vom Sankt Josephsfluss bis 6 zählt und $7 = 6 + 1$, $8 = 6 + 2$, $9 = 6 + 3$ bildet, dass ferner auch Zahlenreihen von 1—4 vorkommen. Im Allgemeinen wird man den Sprachen von englisch Neuguinea, ja von Neuguinea überhaupt nur 5 Zahlworte zuschreiben dürfen, die ausserdem bei den einzelnen Stämmen verschieden sind.

In jenen Gebieten Neuguineas, die dem ziemlich weit nach Norden ragenden Neuholland gegenüberliegen, kommt aber noch eine Erscheinung von sehr grosser Wichtigkeit in Betracht, der wir einige Worte gönnen müssen.

24. Kiwai.

1 = nao
2 = netewa
3 = netewa nao
4 = netewa netewa
5 = netewa netewa nao
6 = netewa netewa netewa
7 = netewa netewa netewa nao
8 = netewa netewa netewa netewa
9 = netewa netewa netewa netewa nao
10 = modoboima.

Hier liegt also eine Zahlenreihe vor, die nur 2 Zahlworte enthält, eine solche, die also der aus dem Innern Malakkas verwandt erscheint.

Vom östlichen Melanesien berücksichtigen wir zuerst die Inseln des Bismarck- und des Salomonen-Archipels. Später folgt dann Santa-Cruz und der Süden.

25. Ralum.	26. Buka.	27. Isabel.
1 = tikai	hatua	sikai
2 = aurua	hatuel	rua
3 = autul	topissa	tolu
4 = aiwat	tohats	vati
5 = ailima	tolima	lima
6 = laptikai	tonom	ono
7 = lavurua	tobid	vitu
8 = lavutul	neiduan	fehu
9 = lavuwat	neisie	hia
10 = avinun	moloto	salage.

In diesen Gebieten kommen drei Gruppen von Zahlenreihen in Betracht. 1. solche mit 1—5 des indonesischen Sprachstammes (vergl. Ralum), 6—10 durch Addition gebildet), 2. solche, die 1—10 entsprechend den indonesischen Worten haben (vergl. Isabel) und 3. solche, die 1—10 ganz selbstständig besitzen, wie Buka. Die Marqueen- und Tasman-Inseln gehören in die zweite Gruppe, die Santa-Cruz-Inseln dagegen theilweise in die zweite, theilweise in die dritte, wie wenigstens an zwei Beispielen belegt werden soll.

28. Abgarris.	29. Indeni.
1 = tahi	tedja
2 = lua	ali
3 = tolu	adi
4 = fa	abouai
5 = lima	naroune
6 = ono	teïa-moua
7 = hitu	edouma
8 = valu	ebouema
9 = hiva	napou
10 = katoa	ekatoa.

Im Süden auf den Banksinseln, Neuhebriden, Neukaledonien, treffen wir dagegen wieder Verhältnisse an, wie

wir sie auf Neuguinea kennen lernten. Das mögen die folgenden, englisch zu lesenden Beispiele erläutern:

	30. Neuhebriden. (Aneiteum)	31. Loyalty (Uea)	32. Neukaledonien (Baladea-Duauru)
1 =	ethi	pacha	ta
2 =	ero	lo	bo
3 =	eseik	kuu	beti
4 =	manohwan	thack	beu
5 =	nikman	thabumb	tahue
6 =	nikman cled et ethi	lo-acha	no-ta
7 =	nikman cled et ero	lo-alo	no-bo
8 =	nikman cled et eseik	lo-kuun	no-beti
9 =	nikman cled et manohwan	lo-thack	no-beu
10 =	nikman lep ikman	te-bennete	dekau.

Es liegen also Reihen mit fünf Zahlen vor, die bei den verschiedenen Stämmen verschieden sind. Beziehungen zu polynesischen Sprachen sind selten, aber doch vorhanden, wie aus (Duauru) dekau hier gleich „10“, in Polynesien aber gleich „10 Paare“ hervorgeht. Auf den Neuhebriden (z. B. Tanna und Eromango) treten dagegen auch die ersten 5 polynesischen Zahlen auf, auf Vate sogar alle 10 Zahlen.

Betrachten wir demnach das ganze Melanesien, so müssen wir feststellen, dass hier vor Allem die Reihen mit Zahlen von 1—5 heimisch sind und zwar sind die Worte bei den einzelnen Stämmen wesentlich verschieden. Im Norden und Osten greifen vielfach die 1—5 der Polynesier ein, selten dagegen die 1—10. Auf den Santa-Cruz kommen 10 selbstständige Zahlwörter vor. Ganz anders stellt sich das Bild im Süden, an der Neuholland gegenüberliegenden Küste Neuguineas. Hier bestehen nur zwei Zahlworte. — Dass der Westen Neuguineas unter dem Einflusse der ostindonesischen Sprachen steht, ist selbstverständlich.

5. Die Zahlenreihen in Neuholland.

Wir werden, um ein einigermaassen klares Bild zu gewinnen, eine grössere Reihe von Beispielen heranziehen müssen, wie folgt:

33. Wurnus. (bei Southport)	34. Auf Mabiae. (bei Cap York)
1 = koleguhk	urupun
2 = kolächellik	ukusara
3 = kolächellik-koleguhk	urupu-ukusara
4 = koläcbellik-kolächellik	ukusara-ukusara.
5 = polet uuk (viele)	ukusara-ukusara-urupun.

35. Moreton Bai. (Süd-Queensland)	36. Burapper. (Südostaustralien)
1 = ganar	kiarp
2 = burla	bullait
3 = burla-ganar	bullait-kiarp
4 = burla-burla	bullait-bullait
5 = korumba	

Danach haben die meisten australischen oder neuholländischen Stämme nur 2 Zahlwörter, die sie bis 4 oder 5 zusammenaddiren. Man darf wohl sagen, dass damit der grösste Theil der neuholländischen Sprachen, wohl (unter den von mir gesammelten Beispielen) etwa 85 von 100 inbegriffen sind. Erwähnenswerth sind zwei Ausnahmen.

37. Sidney.	38. König Georg-Sund.
1 = uagle	kain
2 = bula	cojine
3 = brui	taan
4 = karga	orre
5 = blaure	poole
6 = blaure-uagle	
7 = blaure-bola	
8 = blaure-brui	
9 = blaure-karga.	

Die Zahlenreihe aus dem König-Georg-Sund (und es finden sich noch einige analoge an der Westküste) ist also bis 5 erweitert. Ich werde später zu zeigen haben, dass die poole = 5 eigentlich kein Zahlwort ist, möchte aber für die 3 und die 4 locale Entstehung durch Bedürfniss und Gebrauch annehmen. Diese verbreitetsten Zahlenreihen an den den malajischen Inselreihen gegenüberliegenden Küsten, wo nachweisslich ein ziemlich reger Fremdenverkehr herrscht, sind aber auch erklärlich. Und eine ganz ähnliche Lösung findet die Zahlenreihe von

Sidney. Das sind 5 Grundzahlen und die 6 bis 9 sind durch Addition gewonnen; das ist echt melanesisch, liegt doch diese Küste nicht nur Melanesien zu, sondern hat doch auch sonst ein Austausch stattgefunden, was aus dem verbesserten Hüttenbau, den geschliffenen Steinbeilen, der Verwendung von sonst in Neuholland unbekannten Angelhaken etc. und auch aus anderen linguistischen Uebereinstimmungen hervorgeht. Heissen doch die gleichen Wurfkeulen auf Fidschi ula, in Queensland nolla-nolla oder nulla-nulla.

Einen Uebergang von Neuholland nach Melanesien stellt ausserdem Tasmanien dar. Hier treffen wir die folgende Reihe an:

39. Tasmanien.

1 = metanu
2 = pular
3 = kalarba
4 = talkunnu
5 = brebra.

Denn die 2 = pular ist eine neuholländische Verwandte und die ganze Reihe in ihrer Vollkommenheit und Selbständigkeit ein melanesisches Analogon.

6. Uebersicht.

Werfen wir nun noch einen vergleichenden Blick über die Verbreitung der einzelnen Formen, so vermögen wir als wesentlich drei grosse Gruppen zu unterscheiden, von denen folgendes zu sagen ist.

1. Gruppe der Südachse stellt eine Zahlenmenge von 1—2 dar. Alle weiteren Zahlen werden durch Addition gewonnen. Während im Quellgebiet Oceaniens sich nur schwache oder seltene Spuren (nai und be bei den Inlandstämmen von Malakka und Yapa-Yapa = 4 + 4 bei den Bewohnern Euganos z. B.) finden, ist dieses System auch heute noch das auf Neuholland einheimische und gebräuchliche. An der Südküste Neuguineas haben sich schwache Reste weiter ausgebildet. (Siehe Kiwai.) Ueber die Verwandtschaft der einzelnen Zahlenreihen unter einander ist erst weiter unten zu berichten.

2. Gruppe der Mittelachse stellt eine Zahlenreihe von 1—5 dar. Alle weiteren Zahlen werden durch Wiederholung derselben Zahlen an der anderen Hand gewonnen. Hauptsächlich noch verbreitet sind diese Zahlenreihen in Melanesien, wobei nicht übersehen werden darf, dass von

aussen, von der Nordachse aus, zahlreiche Einflüsse seitens der Zahlenreihen dieser Gegend zu verzeichnen sind. Reste auf Timor z. B. lassen erkennen, dass diese Gruppe auch einst in Indonesien einheimisch war. Die Wörter sind bei den einzelnen Stämmen verschiedene.

3. Gruppe der Nordachse stellt einen Wörterreichthum von 1—10 dar. Diese Gruppe ist heute in Indonesien die einheimische. Sie ist aber auch über Mikronesien bis über Polynesien verbreitet und einzelne Elemente (zumal die 1 bis 5) sind im melanesischen Gebiet vertreten. Der Verwandtschaft der einzelnen Zahlwörter bei den verschiedenen Stämmen nach muss die ganze Gruppe in zwei grosse Kreise eingetheilt werden, nämlich einen östlichen, dem die nord- und ostindonesischen, mikronesischen und polynesischen und einen westlichen Kreis, dem die südwestindonesischen, malajischen Sprachen zugerechnet werden müssen.

Unterabtheilungen dieser drei grossen Gruppen stellen folgende Erscheinungen dar. 1. Erweiterung der ersten Gruppe bis 10. 2. Erweiterung der zweiten Gruppe bis 10 durch selbständige Worte. (Ternate und Santa Cruz.) 3. Verkümmerung der Zahlen unter 10 und Neubildung derselben der dritten Gruppe in Mikronesien und endlich 4. Vorkommen der ersten fünf Zahlen der dritten Gruppe. Das Ganze erscheint demnach folgendermaassen:

1. Gruppe. 1—2. Südachse.
   a) Erweiterung der 1—2 bis zur 10 am Papua-Golf.
2. Gruppe. 1—5. Mittelachse.
   a. Erweiterung der 1—5 bis zur 10 in Ternate und auf Santa Cruz.
3. Gruppe. 1—10. Nordachse.
   I. Ostkreis (8 = dalapan).
   II. Westkreis (8 = kaparu).
      a) Verkümmerung und Neubildung der 7—10.
      b) Rest der 1—5 in Melanesien.

Nunmehr wollen wir im nächsten Theile die Beziehung der Formen unter einander eingehender prüfen, — unsere Hauptaufgabe.

Entwickelungsgeschichtliche Untersuchung.

1. Allgemeines. Zählmethode und Rechenmethode.

Die Kenntniss der Zahlenreihen ist eine unbedingte Voraussetzung, die erfüllt sein muss, wenn es gelingen

soll, einen Blick in die Entwickelungsgeschichte der Mathematik einer Völkergruppe zu gewinnen. Und in dieser Hinsicht haben wir entschieden auszugehen von der Erfahrung, dass auf der altangesiedelten Südachse das System der 1—2, in der jüngeren Mittelachsencultur das der 1—5 und auf der Nordachse, die noch in enger linguistischer Beziehung zum Quellgebiet steht, die 1—10 herrschend ist. Wir werden ohne weiteres annehmen dürfen, dass die so erhaltenen drei Systeme mit drei in derselben Weise auf einander folgenden Culturepochen zusammenfallen, dass sie also als Stufen einer entwickelungsgeschichtlichen Treppe sozusagen betrachtet werden müssen.

Die ganze weitere Arbeit wird nun darin bestehen müssen 1. zu controliren, ob diese Annahme stimmt, 2. die Uebergänge und Beziehungen zwischen der 1—2, der 1 bis 5 und der 1—10 festzustellen und endlich 3. den Ursprung der Mathematik überhaupt, d. h. des Zählens, d. h. des 1—2-Systemes aufzufinden. In Bezug auf Letzteres betone ich nochmals, dass Karl von den Steinen die Priorität der Aufklärung zusteht, dass ich aber selbständig zu einem gleichen Resultat wie der grosse Karaiben-Kenner gelangt bin, dass ich aber hierzu auf anderem Wege kam, demgemäss meine Sache auch anders und unabhängig vorbringen werde.

Fassen wir das Problem der Erweiterung der kleineren zu grösseren Zahlenreihen in das Auge, so ist zu beachten, dass dabei ein sprungweises Fortschreiten oder eine langsam vor sich gehende Vermehrung statthaben kann. Wir werden sofort und ohne Ueberlegung dazu neigen, die langsam erfolgende Vermehrung, sozusagen ein Wachsen der Zahlenreihen anzunehmen, wie dies die alte Wissenschaft denn auch that. Raffles, nach dem das 1—2-System das älteste, schliesst das bis 4 sich erstreckende System derer von Flores an, gelangt zu einer weiteren Stufe mit dem Endpunkte 5, dann zu den mit 6 abschliessenden Systemen, reconstruirt ein 7-System bei den Sunda, weil 6-ganap = abgeschlossen oder fertig ist und muss endlich doch einen Sprung bis zu 10 machen, weil die 8 unverständlich und die 9 eine Substraction ist.

Vergleichen wir damit den Umfang der aufgefundenen Zahlenreihen, so dürfen wir uns zunächst, so verlockend es ist, derartigen Annahmen nicht anschliessen, da die Uebergänge an Länge fehlen. Wie aber sollen wir überhaupt hinter das Wesen der Erweiterungen kommen?

Zunächst wohl, indem wir der Bedeutung der Zahl-

worte näher treten, d. h. ihre Zusammensetzung aus einfacheren Werthen aufsuchen. Dass das in vielen Fällen möglich ist, haben wir ohne weiteres bei den Kiwai (englisch Neuguinea) in Deutschneuguinea und auf Neuholland gefunden. Hier werden die Zahlen nebeneinandergesetzt. Später werden sie verschmelzen, mit einander verwachsen, je höher die Zahlenreihe wächst und je mehr die Mathematik zur Anwendung gelangt. Das sind Erscheinungen, die jedes Schulbüblein beim Studium der lateinischen und französischen Sprache macht.

Das zweite Hülfsmittel zum Verständniss der Entwickelung bietet uns die Kenntniss der Zählweise mit Hülfe von Maschinen, Rechenmachinen nämlich. Da ist z. B. der Ati-ati von Holländisch Neuguinea. Wir hören, dass die Zahlen 1—5 genau denen von 6—10 entsprechen, dass die einen aber an der einen Hand, die anderen an der anderen Hand gezählt werden. Also gehört die Geberde ganz fraglos dazu. Das sehen wir auch beim Tami (Deutschneuguinea). Wie würde der Tami-Insulaner zum Beispiel unterscheiden können, ob lu 2 oder 7, ob pat 4 oder 9 bedeutet, wenn nicht die Fingergeste dabei thätig wäre?

Das sind also die Merkmale und Kennzeichen, die sorgsam zu belauschen sind. Vor allen Dingen wird eine genauere Kenntniss der Entstehung der Zahlen von augenscheinlichem Nutzen sein. Nach dieser einfachen Ueberlegung sehe ich mich nach den Neubildungen der Worte um.

2. Die Addition im Süden und in der Mitte.

Die Neuholländer haben grösstentheils nur zwei Zahlworte. Es kommen allerdings mehrfach Worte für drei vor, diese bedeuten dann wohl mehr eine Begrenzung oder eine Fortführung. Der Australier zählt ausserdem nicht über seine fünf Finger hinaus. In dieser mehrfach vertretenen Angabe liegt der Beleg der Begrenzung durch den Umfang des Rechenhülfsmittels. Die Australier zählen an der Hand. Ihr System ist also ein sehr einfaches.

a)
$1 = 1$
$2 = 2$
$3 = 2 + 1$ (oder $1 + 2$)
$4 = 2 + 2$
$5 = 2 + 2 + 1.$

Festzuhalten ist der Unterschied, dass Zahlworte nur bis 2 reichen, dass aber die Möglichkeit des Zählens bis 5 geboten ist.

Wir haben gesehen, dass in Melanesien fünf Zahlen existiren und wie diese bis zu 19 erweitert werden. Es stellt sich das System in seiner einfachen Gestaltung anscheinend folgendermaassen dar.

b)
$$\begin{aligned} 1 &= 1 \\ 2 &= 2 \\ 3 &= 3 \\ 4 &= 4 \\ 5 &= 5 \\ 6 &= 5 + 1 \\ 7 &= 5 + 2 \\ 8 &= 5 + 3 \\ 9 &= 5 + 4 \\ 10 &= 5 + 5. \end{aligned}$$

Ich kann dem aber nicht ganz zustimmen. Nehmen wir zum Beispiel Reihe 18 (Ati-Ati). so hören wir, dass einfach die andere Hand den zweiten Zähler dient und dass die Zahlen 1—5 und 6—10 gleich sind. Ich sagte schon im vorigen Abschnitt, dass wir nur auf diese Weise die Gleichheit der Zahlen wie in Reihe 21 (Tami) in 1 bis 5 und 6—10 zu verstehen vermögen. Es ist also nicht von einer Addition zu reden und die Zahlen 1—5 und 6—10 sind zwar gleich, die Begriffe aber verschieden. Demnach ist die Zahlenreihe nicht durch Addition vollendet. Und wir müssen die Zählmethode noch eingehender erörtern. Ein Bericht über die Zählweise der Papua von Sekar (Holländisch Neuguinea) ist sehr wichtig.

In Sekar sowohl als in den übrigen Gegenden des südlichen Holländisch-Neuguinea wird von 20 ab nach der Zahl der Finger und Zehen gerechnet. Die Zahlen von 1—10 heissen:

1 = sa;	4 = fat;	7 = wudäres;	10 = wusoa.
2 = nua;	5 = nima;	8 = nuderua;	
3 = teni;	6 = näm;	9 = mas futi;	

Von 10 ab findet dann bis 19 eine Zusammenstellung von 10 und den Einern statt, also wusoa sa, wusoa nua, wusoa teni etc. Zwanzig jedoch heisst: tomate sa und das heisst, (da tomate gleich „Mensch“ ist), „Mensch einer“, alias also 10 Finger und 10 Zehen. Von hier aus wird nun mit Menschen und Fingern weiter gerechnet. So

heisst zum Beispiel 21 = tomate sa isiri sa = Mensch, einer Finger einer; 30 ist dann = Mensch einer und 10 = tomate sa wusoa; 31 jedoch = tomate sa wusoa irisi sa = Mensch einer 10 Finger einer; 40 = tomate nua = Menschen zwei.

Es ist also das Addiren erst an der Grenze der Zählmaschine nöthig, eine nicht ganz unwichtige Sache, die wir festhalten wollen. Also so beginnt die Addition bei der Entwickelung der Zahlenreihen erst, wenn der Umfang der darstellbaren Zahlenreihe sein Ende erreicht hat. Die Geschichte der Zahlenreihe auf der Mittelachse ist also in 3 Sprachen zu zergliedern, von denen c die erste das Zählen an einer Hand, d die zweite das Zählen an beiden Händen und e die dritte, das Hinzufügen der Füsse bedeutet. Also

	eine Hand		eine Hand	andere Hand		
	1 = 1		1 = 1	—		
	2 = 2		2 = 2	—		
c)	3 = 3		3 = 3	—		
	4 = 4		4 = 4	—		Hinzufügung
	5 = 5	d)	5 = 5	—	e)	von tomate
			6 = —	1		= 20 oder
			7 = —	2		Mensch.
			8 = —	3		
			9 = —	4		
			10 = —	5		

Die Frage der Beziehung zwischen dem Verfahren im Süden und in der Mitte ist dahingehend zu beantworten, dass eine solche kaum besteht. Bedenken wir, dass da, wo Beziehungen zu den Sprachen der Nordachse fehlen, die Mittelachse lauter Zahlenreihen mit eigenen Worten aufzuweisen hat, dass aber andererseits anzunehmen ist, dass diese Vollendung der Reihen von 1—5 erst erreicht wurde, nachdem sich eine Zähl- und Rechenmethode mit Hülfe der Finger einer Hand ausgebildet hatte, so ercheint es nicht so unmöglich, dass eine Zahlenreihe wie c aus einer solchen wie a hervorgegangen ist.

Dagegen ist der Unterschied der Additionsweise im Süden und in der Mitte ganz ausserordentlich bedeutend und schwerwiegend. Es wird das augenscheinlich, sowie wir eine Reihe mit 3 Zahlworten aus Australien betrachten, wie folgt:

40 Adelaide	41 Dieyrie.
1 = kumande	cornoo
2 = purlaitye	mundroo
3 = marakutye	parcoola.
4 = purlaitye-purlaitye	mundrula-mundrula.

Der auffallende Unterschied wird klar, sowie wir einmal fragen, wie der Papua der Mittelachse im Gegensatz zum Australier seine Zahlenreihe aus 3 Wörtern bilden würde.

	Neuholländer		Papua
f)	1 = 1	g)	1 = 1
	2 = 2		2 = 2
	3 = 3		3 = 3
	4 = 2 + 2		4 = 3 + 1
	5 = 2 + 2 + 1		5 = 3 + 2
	6 = 2 + 2 + 2 etc.		6 = 3 + 3 etc.

Wir sehen, der Unterschied besteht nicht nur in der Bildung der 4. aus 2 + 2 hier und 3 + 1 dort, sondern das ganze System der Australier resp. Neuholländer besteht auf der 2. Das ist der höchste und auch der einfachste Begriff. Das Vorhandensein der 3 ist nebensächlich. Der Papua aber beginnt zu addiren, sowie er an der Grenze seines Systemes, bei der 5 angelangt ist.

3. Addition, Multiplication, Subtraction im Osten und Norden.

In Indonesien, Mikronesien und Polynesien herrscht das Decimalsystem, wenigstens giebt es in allen diesen Gebieten und Zahlenreihen 10 vollendete Wörter. Dass diese Vollkommenheit auch vielfach in Melanesien eindrang, ward erwiesen, ebenso dass auch die 1—5 der Melanesier im Allgemeinen (hier eine Ausnahme!) der der Völker der Nordachse entspricht. Doch das ist hier weniger wichtig wie die Frage, wie denn die 1—5 bis zur 10 in diesen Gebieten erweitert worden sei. Wir sahen, wie bei den Völkern der Süd- und der Mittelachse ein solcher Process vor sich gehen würde oder vorgegangen ist. Wie nun also muss die Geschichte des nördlichen Zahlensystemes verstanden werden?

Da nun die Lösung dieser Frage nur in den Worten 6—9 gesucht werden kann, 6 aber in Wegfall kommt,

weil es überall gleich und wie nachher zu erwähnen, nichts mit dem erwähnten Erweiterungsprozess zu thun hat, so bleibt eine Untersuchung von 7—9 übrig. Es zeigte sich jedoch gleich im Anfange, dass gerade diese Zahlen verschieden und für die Theilung der Sprachen der Nordachse in zwei Gruppen ausschlaggebend waren. Für die ganze Ostgruppe (Polynesien, Mikronesien theilweise und Nord- wie Ost-Indonesien sind die Zahlen 7 = fitu, 8 = varu oder ualu etc., 9 = siwa oder iva, für die Westgruppe (nur die Malaienstämme auf den grossen Sundainseln umfassend) die 7 = tuju, 8 = dalapan, 9 = salapan oder sambilan bezeichnend. Suchen wir die Entstehung der 8 als varu und als dalapan zu erkennen.

Als 8 der Westgruppe kommen vor: Sundainseln: ualu, walu, balloo (engl.), walo, waa, wallo, palu, fang, wo-aa, arru; Philippinen und Molukken: ballu, poall, piwahll, oall, allu, wallu, valo, oallu, i-wallu, ewaloo, wahlu, karua, karugor, karoa, kaparua; Mikronesisch-Polynesisch: vollu, oweth (engl.), varuu, warto, wato etc., varu, walu, varoo (engl.), bo-wahoo (engl.), a-waoo (engl.), wau (engl.), aualu (engl.) etc. Dazu ist noch bemerkenswerth yapa-yapa = 8 auf Engano. Dies erinnert an karua, karugok, karoa, vor Allem kaparua = 8. Die Entstehung kennen wir auf Engano, denn da chapa oder gapa = 4 ist, so ist yapa-yapa = 8 = 4 + 4. Das kah, kau, kaua = 4 auf den Molukken, (vor Allem in den Aru-Dialekten) ist aber das gleiche Wort wie kapa = 4 auf Engano. Rua aber = 2. Prüfen wir jetzt 4 Aru-Dialekte:

Aru—Süd	kah = 4	rua = 2	karoa = 8
„ —kopa	kau = 4	rugo = 2	karugor = 8
„ —hebi	ka = 4	rua = 2	karua = 8
„ — ?	kaua = 4	rui = 2	kaparua = 8,

so wird die Entstehung aller dieser Worte klar. Diese ualu oder waru oder paru ist gleich 4 × 2, wie yapa-yapa = 4 + 4 ist. Kaparua = 8 bedeutet also Multiplication.

Als 8 der Ostgruppe kommen vor: dalapan, tlapon, delapan, lapan und dualapan bei malajischen Stämmen Sumatras und Borneos, dann bei den Sunda im Norden Javas und endlich bei den Batjan. Es ist leicht, dies Wort aufzuklären. Denn es ist nach dem Modus der zu dualapan gehörigen 9 zu behandeln. 9 heisst bei den Malaien sambilan und bei den Sunda salapan. Sambilan heisst: „eins nehmen“ und salapan „eins abgekürzt“ oder

„davongenommen." Heisst aber salapan (sa = 1) = − 1, so ist dualapa (dua = 2) = − 2. Demnach haben wir es mit einer Subtraction zu thun.

Ich bleibe zunächst bei der jüngeren Subtraction. Für solche giebt es noch eine ganze Reihe von Beispielen, alle aber liegen im Bereiche der Nordachse und erreichen Polynesien nicht. Man beachte von Westen nach Osten gehend:

1) in Indonesiens Westen also dualapan = 8 = 2 − (10),

2) in Indonesiens Osten. Eine Gruppe um Celebes herum und zwar dem Norden der Insel angehörend, ist ausgiebig: Da ist

Bugi	2 = dua	8 = arrua	
	2 = saadi	9 = azera	Mischung mit anderen Ele-
Turadjes.	2 = doewa	8 = aroea	menten!)
	1 = mesa	9 = amesa.	

(In beiden Fällen gehört die 2 selbst der westlichen kleinen Gruppe (überall = dua), die zwei in 8 aber der grösseren östlichen Gruppe (2 = lua oder rua) an. Es kann das auf der Grenze zwischen östlichen und westlichen Formen nicht Wunder nehmen, es ist aber doch interessant.)

Sula Bessi.	2 = gahu	8 = gattahua	
	1 = hia	9 = gattasia	(ga ist Vorschlag.)

Auf den kleinen Sunda und Molukken ist wohl nur die 8 = kaparua vertreten, aber eine Beziehung ist entschieden zu finden in der 9. Nämlich

Aru (koba)	1 = aetu	9 = cera
„ (hebi)	1 = eti	9 = sira

Das erinnert nicht nur an Bugi = 9 = azera, sondern auch an Makassar = 1 = saera. Ich begnüge mich mit der Erkenntniss, dass Beziehungen vorliegen.

3) In Mikronesien und zwar Carolinen:

Yap.	3 = talep	7 = medelip
	2 = ru	8 = merru
	1 = rep	9 = merep,

was aller Erörterungen überhebt, denn hier ist offenbar 7 = − 3, 8 = − 2, 9 = − 1.

4) In Melanesien und zwar in Mikronesien naheliegenden Gebieten:

Duke of York.	3 = tul	7 = talakatul
(kerrawarra)	2 = rue	8 = talakarue
	1 = ra	9 = talakakai

(in letzterem kommt eine alte Form für eins, nämlich die kai zum Vorschein; über kai auf Malakka und Neuholland weiter unten).

Neulauenburg.	3 = tuldi	9 = telakedul
	2 = ruadi	8 = talakarua
	1 = ra	9 = toltegedai

(in letzterem kommt wieder die 1 = kai ans Tageslicht; di in 3 und 2 ist Nachschlag und wesenlos).

Koiari-Koita.	2 = abu	8 = abuguveita
(engl. Neug.)	1 = iga	9 = igaguveiti.

Wir sehen also eine ziemlich umfangreiche Reihe von Zahlenreihen im Quellgebiete und auf dem Gebiete der Nordachse die 7, 8 und 9 durch Subtraction gewinnen. Natürlich ist das nur ein anregendes und kein abschliessendes Factum, denn die Fragen, die sich hierauf einstellen, die Frage, was das für die Entstehung der 10 bedeute, und wie weit sich das mit der Jugend aller dieser Formen in Einklang bringen lasse, ist nicht ganz so leicht zu beantworten.

Nunmehr soll der Multiplication als älterer Erweiterungsmethode ihr Recht werden. Als erstes und wichtigstes Belegstück muss also an die kaparua = 8 = 4 × 2 erinnert werden, wichtig, weil die Entstehung im östlichen Indonesien nachweisbar ist, die Form selbst aber bis zur Ostinsel also über die ganze Nordachse in das Aussengebiet gewandert ist. Ferner sind Formen dieser Art nachzuweisen in zwei Gebieten, einmal auf den Marschallinseln, also in Mikronesien und dann in englisch Neuguinea, wo gewohntermaassen Formen der Nordachse aufzusuchen sind. Man beachte:

Radak.	3 = dillo	6 = dildinu
		7 = dildinem duon (1 = duon)
	4 = emmen;	8 = eldinu
		9 = eldinemduon
Ebon.	3 = chilu;	6 = chilchinu
		7 = chilchime(?)
	4 = emer;	8 = twalithuk
		9 = twalmejuwon (juwun = 1).

Zu diesen Reihen ist zu bemerken, dass die Originalberichte älterer Reisender höchst fehlerhaft sind und die neueren auf meinem weltfernen Posten schwer erreichbar sind. Deshalb wage ich nicht, etwas Ausschlaggebendes zu sagen. Bei Herrnsheim müsste die gute Zahlenreihe zu finden sein. Jedenfalls scheint mir hier das folgende an sich sehr einfache System vorzuliegen.

$$6 = 3 \times 2$$
$$7 = 3 \times 2 + 1$$
$$8 = 4 \times 2$$
$$9 = 4 \times 2 + 1.$$

Nun Neuguinea:

Motu. 3 = toi; 6 = tauratoi
7 = hitu (polynesisch)
4 = hani; 8 = taurahani
9 = taurahanita

(zu bemerken ist, dass 2 = rua und 1 = tamona ist. In taura möchte ich rua, in den der 9 folgenden ta den Rest von tamona aufsuchen).

Maiwa. 3 = aihau; 6 = awaihau
7 = awaihau hamomona
4 = vani; 8 = avavani

(zu bemerken ist, dass 1 = hamomona, dass also $7 = 2 \times 3 + 1$ ist, und dass 9 fehlt. Ebenso ist das Folgende zu beurtheilen. In Kabadi heisst 1 = kapea).

Kabadi. 3 = koi; 6 = karakoi
7 = karakoi kapea
4 = vani; 8 = karavani
Kerepunu. 3 = oi; 6 = auravoi
7 = mabere auravaivai.
4 = vai vai; 8 = auravaivai.

(Obgleich im Kerepunu 1 = obuna ist, zwingt die Form mabere auravaivai = 7 zu der Annahme, dass mabere die Bedeutung von — 1 hat, da auravaivai = 8 ist. Hier hat sich also die Subtraction eingemischt und es liegt die vergnügliche Form vor $2 \times 2 \times 2 - 1$ oder $2 \times 4 - 1$, denn vai vai wird wohl eigentlich 2×2 heissen. In dem verwandten nachfolgenden Dialect ist die Sache allerdings anders.)

Aroma. 3 = oi; 6 = aulavi (v?)
7 = auroi wabuna
4 = baiba; 8 = auravaivai

(da hier abuna = 1 ist, ist die Form auraoi wabuna = $2 \times 3 + 1$, also verständlicher wie in kerepuno.)

Jedenfalls ist mit alledem eine ganze Reihe von Multiplicationserweiterungen nachgewiesen, die folgendermaassen aussieht:

$$6 = 2 \times 3$$
$$7 = 2 \times 3 + 1$$
$$8 = 2 \times 4$$
$$9 = 2 \times 4 + 1,$$

wobei allerdings zu bemerken ist, dass die 9 in den meisten Fällen fehlt und nur bei den Motu thatsächlich vorhanden ist.

Stellen wir die gewonnenen Resultate fest, so erhalten wir für die Nordachse als charakteristisch vor allem 2 extreme Bildungen, nämlich:

	Ostgruppe		Westgruppe
	1 = 1		1 = 1
	2 = 2		2 = 2
	3 = 3		3 = 3
	4 = 4		4 = 4
h)	5 = 5	i)	5 = 5
	$6 = 2 \times 3$ oder „beendet"		6 = 6 oder „beendet"
	$7 = 2 \times 3 + 1$		$7 = -3$
	$8 = 2 \times 4$		$8 = -2$
	$9 = 2 \times 4 + 1$		$9 = -1$.

Ihrer Lage und Verbreitung wegen, aber auch aus anderen Gründen muss die westliche Gruppe als die ältere erscheinen. Wir wollen diese Frage aber nicht eher abschliessen, ehe die „Zehn" geprüft und ihrer Entstehung nach gewürdigt ist. Um dies aber zu können, muss nochmals zurückgegriffen werden auf die Geschichte der „fünf."

4. Die Geschichte der „5".

Es zeigte sich, dass die 5 als Zählgrenze auf der Mittelachse herrscht und dass sie entstanden ist, als der Mensch sich daran gewöhnt hat, an den Fingern eben bis zur 5 zu zählen. Eine selbstverständliche und allgemein bekannte Thatsache ist es, dass demnach bei derart entstandenen Systemen die „5" gleichbedeutend mit

„Hand“ ist. Es ward ja oben das erweiterte Mittelachsensystem (Reihe d) dargelegt, dass erst die Hand gleich 5, beide Hände gleich 10, Hände und Füsse gleich 20 etc. sind, dass dann die Weiterrechnung mit Hülfe der Extremitäten, Hände und Finger, vor sich geht. Will man demnach einen Blick in die Geschichte der 1—5 Reihen gewinnen, so wird man aufzusuchen haben, wo etwa die „5“ gleich „Hand“ ist und in welcher Gegend die „Hand“ so heisst, wie in einer anderen die 5.

Es ist inzwischen mehrmals betont worden, dass die Reihen der Mittelachse überall einen anderen Wortschatz haben, im Gegensatz zu derjenigen der Nordachse, wo nur wesentlich eine Wortreihe vorkommt. Das Wort für 5 heisst auf der ganzen Nordachse wohl — mit kleinen Ausnahmen — lima, riman, rima, ima etc. Ein Blick über eine auszugsweise wiedergegebene Tabelle lehrt nun das Heimathsgebiet dieser 5 = lima kennen. Es heisst nämlich „Hand“ in:

Sumatra (Malaien)	—	tangan
Java (Malaien)	—	tangan
bei Baju	—	tangan
Engano	—	uapo
Nias	lima	—
Sunda	lima	—
Dajak	lima(?)	gui, goe, tabul-longong, palad,
	—	tichu, kama, barekng, agum, agam,
	—	uwau, ende, tudjoh, tangan,
	—	langan, angan, langŏn, lenga.
Bugi und sonst Celebes	lima	—
Turadjes	—	katea
Flores	—	kikir(?)
Letti	—	loamme
Wetter	liman	—
Timor	lima	—
Tanimbar	limad	mumodd
Kei	liman	—
Halmahera	—	kornud, gia
Tidor	—	gia
Buru Inland	—	faban
Buru Küste	lima	—
Seran Küste	lima	—
Saparua	lima	—

Daraus ist zu ersehen, dass drei Gruppen von Vorkommnissen zu unterscheiden sind, nämlich 1. malajisch, westlich: tangan, 2. östlich: lima, 3. auch östlich: verschiedene Worte. Gerade die alten Inlandstämme haben die verschiedenen Worte, die Dajak, Turadjes, die Bewohner von Flores, Letti, Halmahera etc. etc. Hand heisst also lima, auch nur auf sehr begrenztem Gebiet um das südliche Celebes herum, dann bei den im Inlande Nordjavas vorhandenen Sunda, darf also auch als älterer Sprachrest, wenn auch nur im südöstlichen Indonesien gelten, der einst vielleicht eine weitere Verbreitung hatte. Tangan endlich ist ganz jung, ist das echt malajische Wort. Welche entwickelungsgeschichtliche Bedeutung die drei Wort-Arten für Hand haben, wird sich zeigen, wenn die 10 zur Erörterung gelangt, weil uns dann noch eine kleine Ueberraschung werden wird. Hier nur für das erste die Notiz, dass der Nordachse, besonders dem grossen Polynesien, das Wort für Hand = lima, rima, ima etc. angehört, dass danach also diese Zahlenreihe dem südöstlichen Indonesien zu entstammen scheint. Um aber auch über die melanesischen Verhältnisse ins Klare zu kommen, diese folgende Reihe:

Neuguinea.	5 =	Hand =
Sekar	nima	oniman tagatan
Salwatti	limm	kom
Mafoor	rim	erwasi
Augustafluss	uando und	annier
	taambem	—
Poom	mollemonni	mollenonging
Simbang-kei	memo*)	menonge
Bokadschim	banganikobbo	bangk
Bongu	ibon-be	ibon
Kelana-kei	mete mane	metesse
Kelana	lemengtassili	lemengdap
Tami	lim	liman
Elisabethinseln	elema	kapuin
Maiva	ima	ima
Koiari-Koita	adakasiva	ada
Ostmelanesien.		
Kapsu	palmit	mittik
Talili-Bai	ailim	alima
Aneiteum	nikmak	nikmak etc.

*) Für zwei Fehler halte ich zunächst: Jatimkei: 4 = menengo; Hand = menonge und 5 = bosongkanan; Manikam: 4 = bar Hand = bar.

Hieraus ergiebt sich, dass zwar oftmals das polynesische Zahlensystem mit lima = 5 und lima = Hand sich eingeschlichen hat, dass aber sonst alle diese rein-melanesischen Formen selbstständige Worte gleichzeitig für 5 und für Hand haben. Ich wage aus alledem einen Schluss zu ziehen, dass nämlich irgend einer der wortreichen Stämme der Mittelachse, die auch in Indonesien gesessen haben müssen, die Reihe bot, in der lima als Zählgrenze gleich 5 und gleich Hand war, die von Westen eine Befruchtung empfangend das Element für die Zahlenreihe bot, die die über die Nordachse strömenden Malajoasiaten bis nach Polynesien hinübertrugen, dass wir aber die Gegend, wo die Befruchtung stattfand, und wo die Stammreihe der 1—5 mit 5 gleich lima heimisch war im südlichen Indonesien, in Melanesien zu gelegenen Gegenden zu suchen haben, etwa auf dem Kreise jener Inseln, die die Südostspitze von Celebes umlagern.

Ich hoffe, dass wir bei der nunmehr folgenden Untersuchung der zehn und der zwei noch weiteres Material für diese Frage finden.

5. Der Ursprung der „10“ und der „2“.

Es gilt, sich erst klar zu werden über die Bedeutung der Frage nach dem Ursprunge der 10 auf dem bisher verfolgten Wege! — Im Süden herrscht die 1—2, in der Mitte die 1—5. Wenn nun die 1—10 im Norden überall nachweisbar ist im Bereiche der jüngsten dieser drei Culturformen, so muss angenommen werden, dass diese letzte aus einer Verschmelzung der beiden ersten gewonnen ist, oder aber, dass die handzählenden Völker der Mittelachse es lernten, die andere soweit auszunützen, dass die 10 erreicht ward. Sollte das erstere der Fall sein, so muss 1. die zwei der Südskala sich in der 10 der Nordskala wiederfinden, und 2. die 5 der Mittelskala in der 10 der Nordskala stecken, sodass also die 10 Elemente beider Reihen enthalten muss. Aber nicht nur das ist wesentlich. Dann tritt auch die Frage auf, welche 5 oder Hand in dieser 10 steckt, also welches Licht auf den geographischen Ausgangspunkt damit fällt. Sollte dagegen das letztere der Fall sein, dass also die 10 der Nordachse nur eine selbstständig gewonnene Erweiterung der 5 der Mittelachse durch Heranziehen beider Hände ist, so werden wir die 2 nicht auf der Südachse, sondern auf der Mittelachse suchen müssen. Jedenfalls also be-

dingt die Untersuchung der 10 eine Kenntniss der Formen der 2, die nun gewonnen werden muss.

Die 2 der Südachse. Schon Lumholtz stellte fest, dass ein Wort für 2 weit über Neuholland verbreitet ist, nämlich: pule, bulli, bula, bular, bulara, buloara, budelar, burla, bulla, buled, buulrai, budlei, pullet, pular, pollai, bolita, bulicht, bullonin, bulari, bularo, buleru etc. Es kommen hierneben noch andere Formen vor, die so weit von dem einfachen pule oder bule entfernt sind, dass kaum noch eine Verwandtschaft oder Beziehung nachweisbar ist. Auch Schnorr von Carolsfeld hat sich mit der Verbreitung dieser Formen beschäftigt, ebenso Gablentz etc.

Die 2 der Nordachse. Im Westen, im Gebiete der $8 = 10 - 2$ auf Borneo (bei Dajak), Sumatra (Batta, Redjan, Passumah etc.), Celebes (Bugi etc.), auf den Philippinen, bei Badjan herrscht die dua = 2. Im Osten dagegen, im Gebiete der varu oder kaparua $= 8 = 4 \times 2$, also Molukken, auch auf Sula-Besi, den kleinen Sunda, Westneuguinea, Mikronesien, Polynesien und im melanesischen Interessengebiet der polynesischen Sprachen kommt dagegen nur die lua oder rua = 2 vor. Das deckt sich also ungefähr mit der Bildung der 8 und wir sind also noch mehr berechtigt, die Reihen der Nordachse in 2 Gruppen, nämlich die östliche Rua- oder Multiplicationsgruppe und die westliche Dua- oder Subtractionsgruppe einzutheilen.

Die 2 der Mittelachse. Hier herrscht wieder die vielartige Wortbildung: sinoto, romodidi, unsu, tuberi, hrari, gualu, bursi, vetti, virla, yahe, aiel, nger, neteva, oraokaria, aungi, abu, rabui, pauguck, luk, po, luete etc. Das stimmt mit der Verbreitung der vielen Worte für Hand etc. ganz genau überein.

Danach ist die 10 zu betrachten, und zwar unter Berücksichtigung der 2 und der 5, erst auf der Nordachse, dann auf der Mittelachse.

	2.	5.	10.
Malaka	dua	lima	sapulu
Sunda	dua	lima	pulu
Engano	adua	aniba	kapawul
Dajak	dua	lima	sapulo
Philippinen	dalava	lima	pulu
Flores	rua	lima	pulo-ha (1 = ha)

	2.	5.	10.
Kei	eru	elima	esapulu
Tonga	ua	nima	hongafulu
Niua (N-H.)	rua	rima	tanga furu
Fakaafo	ua	nima	sefulu

Soweit der Norden, nun die Mitte.

	2.	5.	10.
Aru (H.)	rua	lima	ruwapa
— (M.)	rua	lima	ru-awe
Skro	tuberi	tombu	{helptumburu oder pra
Kiat	hrari	hratumbu	{hrebtumbu oder bara
Sabamba	hrebrik	hrebtimbu	para
Simbang-kai	jahe	memo (Hand = menonge)	memogahegahe
Bokadschin	aiel	banganikobbo (Hand = bangk)	bang aiel
Borgu	ali	ibon-be	ibon-ali-ali (1 = be) (Hand = ibon).

In Bezug auf die Mittelachse liegt die Sache sehr klar. Es sind eben immer die beiden Hände. Auch das pra, bara und para im holländischen Neuguinea ist nicht schwer zu entziffern, denn im Mannikam ist Hand = bar und das ruwapa respekt. ru-awe als 10 erinnert daran, das auf Engano die Hand gleich uapo ist. Also ist auch das deutlich.

Wie nun aber sollen wir uns mit der 10 der Nordachse abfinden? — Zumal wenn berücksichtigt wird, dass pulo-ha auf Flores bei ha = 1 vorkommt, wird man annehmen können, dass in sapulu die sa = 1 (sa, satu etc. = 1 in den Dialecten des Westens) ist. Damit aber ist das Problem nicht einen Schritt weiter, denn wie ist die pulu dann zu erklären? — Ich glaube, wir müssen in diesem Falle die Formen des Osten heranziehen, die polynesischen. Hier ist z. B. auf Niua (Neuhebriden) 10 = tanga furu und das tanga ist vielleicht mit tangan = Hand bei den westlichen Indonesiern in Beziehung zu bringen. Dann ergiebt sich ja allerdings die merkwürdige Thatsache, dass zwei Worte für Hand in dieser Reihe stecken, nämlich die lima in 5, die tangan in 10. Die Geschichte dieser Zahlenreihe wäre dann so aufzufassen, dass ein Stamm mit der 1—5 und Hand gleich lima von einem an-

deren mit der Hand gleich tangan die Anregung zur Erweiterung bis 10 erhalten hat. Dass die Möglichkeit in Indonesien geboten war, lässt sich nicht leugnen. — Die fulu oder pulu aber würde gleich 2 sein.

Dagegen muss ich die sich aufdrängende Vermuthung, dass die sa aus der tanga entstanden sei, zurückweisen und dabei bleiben, dass die sa = 1 ist, denn 10 = sa-pulu und 20 = dua-pulu. Es muss also wohl ergänzt werden „Hände“, so dass also wäre

10 = sa-pulu = einmal zwei (sc. Hände)
20 = dua-pulu = zweimal zwei (sc. Hände).

Soweit wäre alles ganz schön. Woher nun kommt diese pulu oder fulu = 2? — Ich bin so glücklich, auch dies beantworten zu können, muss aber um den ganzen Umfang des nun Folgenden in das nöthige Licht zu bringen, zwei verschiedene Fragen aufwerfen:

1. Hat die pulu oder fulu in Indonesien noch eine Bedeutung? Ei gewiss, und zwar eine ganze Menge solcher, nämlich:

pulu, fulu etc. gleich Haar,
bulu, hulu etc. „ Feder,
buru, bulu etc. „ Bambus,
uru, ulu etc. „ Kopf.

Das sind in der That wunderliche Bedeutungen und schwerlich würde man überhaupt eine Beziehung zwischen pulu = 2 und pulu = Haar, Feder, Bambus zu denken wagen, wenn nicht eine Analogie vorläge. Auf Java nämlich besteht noch eine alte Form der 4 = kawan; kawan aber ist ein Büschel Haare, was auf einen Collectivbegriff hinweist. Das war offenbar einmal eine Zählgrenze, die höchste Zahl war daher auch aus dem Engano-4 = chapa, 8 = chapa chapa und überhaupt der kaparua = 8 hervorgeht. Auf den Mariannen finden wir auch Haar = pulu, Haupthaar = gapanulo, (ulu = Kopf) und was „überhaupt Haaren gleich, Fasern“ = gapu. Ganz ähnlich also müsste die pulu auf eine alte Zählgrenze zurückzuführen sein.

2. Hat die pulu oder fulu auf der Südachse irgend eine Verwandtschaft? Es wurde als 2 auf Neuholland vorgeführt pule, bule, pulai etc. Ich meine, da läge die Beziehung nahe genug zu Tage. Auch giebt es zwischen dem neuholländischen pule = 2 und der indonesischen pule = 10 geographische und formale Uebergänge in dem woru = 2 auf Letti und plu = 2 im Makyan.

Es eröffnen sich demnach zwei verschiedene Aussichten für das Verständniss der pulu = 10, einmal nämlich als Zählgrenze und dann als 2. Sollte nun, so müssen wir nun noch fragen, denn diese Bedeutung des pulu als Collectivbegriff und die Entstehung der 2 zusammenhängen, da das Wort offenbar dasselbe ist? Um das beurtheilen zu können, müssen wir noch einige Bedeutungen für pule = 2 in Neuholland aufsuchen.

In Neuholland heisst die poole nicht nur 2, was aus:

Königs Georgs Sund poole = 5
Wurnus polet-uuk = 5

hervorgeht. Aber in beiden Fällen heisst poole oder polet-uuk gleichzeitig „viel". Wir finden bei den Dieyrrie murla = mehr, bolya = dies, zwei. Analog hierzu heisst taggin am Herbert-River „viel", „sehr viel" oder — „4". Und endlich steckt die endgültige Lösung der sich aufdrängenden Frage in der „1". Nämlich

König Georgs-Sund: kain = 1; kai-kain = wenig.

Es scheint mir nicht nöthig, noch mehr Beispiele anzuführen, da die Sache jetzt ja höchst einfach ist. Wir haben es hier thatsächlich mit der Entstehung der 2 zu thun, mit dem Beginn des Zählens und Rechnens überhaupt. Aus dem einfachen Gegensatz von „wenig und „viel" lösen sich die Begriffe für die niedrige und die hohe Zahl heraus und somit die beiden Zahlen 1 und 2. Dass aus diesem Begriffe „viel" auf der einen Seite die Zwei, auf anderen der halmenreiche Bambus, die fiederreiche Feder und das unzählbare Haar hervorgehen konnte, ist sehr naheliegend.

Haben wir so für das Quellgebiet Indonesien und die Nordachse ein wenn auch umgebildetes Element des nigritischen Südens nachgewiesen, so vermögen wir in den Vorkommnissen von 1 auch noch einen zweiten Beleg derartiger Verwandtschaft zu erbringen. Es heisst nämlich

kai = 1 — Neuholland
nai = 1 — Inland Malakkas
kai = 1 — Kalum.

Auch steckt er noch hie und da in der 9.

Viel wichtiger aber ist es, die einmal gewonnene Aufklärung der 2 weiter zu verfolgen. Die 2 steckt nämlich nicht nur in der 10 als Zahlgrenze, sondern sie hat die ganze Entwickelungsgestalt der 6—10 auf der Nordachse

geleitet. So lange nur 2 Zahlen wirklich eingebürgert waren, — einzelne Dreibildungen konnten auf die ganze Mathematik keinen wesentlichen Einfluss üben, — also auf der Südachse wird jede Weiterbildung durch Addition von 1 und 2 erreicht. Wenn aber fünf Zahlen da sind, dann wird durch Multiplication mit 2 und Addition von 1 die Reihe fortgeführt. Das ist der gewaltige Einfluss der 2, der in der Paarzählung einen Ausdruck findet.

Auf der ganzen Nordachse wird nämlich paarweise gezählt.

Wir wissen das nicht nur aus der Litteratur, — („Gewohnheit der Neuseeländer, paarweise zu zählen." „Eingeborene von Tonga zählen Bananen und Fische ebenfalls paar- und zwanzigerweise". „Die Tahitier und Hawaier zählten mit Zehnern, Fische, Brodfrüchte und Cocosnüsse aber nach Paaren" etc.) — sondern haben das schon vorher erwiesen. Denn $6 = 2 \times 3$, $7 = 2 \times 3 + 1$, $8 = 2 \times 4$, $9 = 2 \times 4 + 1$, $10 = 2 \times 5$. Demnach ist das ganze Rua-System (ualu $= 8 = 2 \times 4$) nichts als ein durch Einschieben der 1—5 erweitertes, nigritisches Zahlensystem.

Auf diese Weise wird bis zur 10 aufgebaut auf der Nordachse. Das ist ein altes System. Wir lernten aber noch ein jüngeres kennen, das die 7—9 durch Subtraction gewinnt. Das ist nicht nur der kürzeren Ausbreitungsfläche wegen jünger, sondern auch, weil es die Existenz der 10 schon voraussetzt.

Schluss.

Ich will nunmehr den Versuch machen, die Ergebnisse dieser kleinen Studie zu einem Bilde der Entwickelungsgeschichte der Zahlenwerthe und Zahlenreihen in den Gefilden Oceaniens zusammenzufassen, wobei allerdings alle Einzelheiten nicht berücksichtigt werden können.

1. Epoche. Von Hinterindien über Indonesien und Neuholland hinweg bis nach Tasmanien, also auf der Südachse bildeten sich aus den schwankenden Begriffen von wenig und viel die Zahlen 1 und 2 heraus. Eine Erweiterung fand nur in einfacher Weise statt, nämlich folgendermaassen: 1, 2, $2 + 1$, $2 + 2$, $2 + 2 + 1$ etc. Kaum weiter als bis 4 oder 5.

2. Epoche. Von Hinterindien über Indonesien und Melanesien bis nach den Neuhebriden und Santa Cruz

also auf der Mittelachse wanderte eine Zählmethode mit 5 Zahlen, deren Grenze also bei 5 oder 6 (Sunda = 6 = ganap = vollständig, beendet) lag, wie das das Zählen an den Fingern mit sich brachte. Die 5 war deshalb gleich Hand. Erweiterte dieses System sich, so geschah es durch Hinzufügen der gleichen Ziffern an der anderen Hand. Also 1, 2, 3, 4, Hand = 5, 5 + 1, 5 + 2, 5 + 3, 5 + 4, 5 + 5.

3. Epoche. Im östlichen Indonesien gewann ein System, das durch die Benennung der 5 oder Hand = lima ausgezeichnet war durch Anregung Seitens einer nigritische und asiatische Elemente enthaltenden Mischung, die das Wort tangan gleich Hand hatte, einen Aufschwung in folgender Erweiterungsform: 1, 2, 3, 4, 5, 2 × 3, 2 × 3 + 1, 2 × 4, 2 × 4 + 1, 2 × 5. Diese Formenreihe wanderte nach Aufnahme noch einiger fremder Elemente über die Nordachse bis nach Polynesien, hie und da auch in Melanesien umbildend wirkend.

4. Epoche. Im westlichen Indonesien bildete sich unter asiatischem Einflusse eine Zahlenreihe mit Voraussetzung der 10 aus. Diese lautete: 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder beendet; — 3, — 2, — 1, 10. Sie gelangte auf ihrer Wanderung längs der Nordachse aber nur nach Mikronesien und in das westliche Melanesien.

Das sind die grossen Züge der Entwickelung, die durchaus mit der Entwickelung und Verbreitung anderer Culturelemente übereinstimmen. (Vergl.: „Mutter Erde", „Petermann's geographische Mittheilungen" 1900 etc.)

Ich habe in dieser anspruchslosen Studie das Problem nach der Methode der Culturlehre in naturwissenschaftlicher Weise behandelt, gebe mich aber der Hoffnung hin, an der Linguistik mich wenigstens nicht durch allzuschlimme Versündigungen vergangen zu haben.



Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche
naturwissenschaftliche Abhandlungen.
Heft 24.

Die

Schilde der Oceanier.

Von

L. Frobenius.

Mit 19 Abbildungen.

Sonder-Abdruck aus der „Naturwissenschaftl. Wochenschrift“
Redaction: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1900.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Von allen materiellen Besitzthümern primitiver Völker ist der Bogen wohl einzig und allein ein als nichtig anerkannt und mehrseitig verarbeitetes Studienobject der vergleichenden Völkerkunde geworden, trotzdem es deren mehrere giebt, die gleich günstig für derartige Untersuchungen sind. Um nun in diesen Blättern, die eine eingehende Studie über meine naturwissenschaftliche Culturlehre sowie eine Anwendung auf die Mathematik der Naturvölker brachten, an einem recht klaren Beispiele einmal eine Probe der Anwendbarkeit dieser Lehre zu bieten, wende ich mich einem weniger durchforschten, ich kann wohl sagen, überhaupt von anderer Seite nicht eingehender betrachteten Gegenstande zu, dem Schilde, und will ihn in einem Gebiete, wo ihm sonst wohl noch Niemand die gebührende Aufmerksamkeit schenkte, nämlich in Oceanien, des Näheren erörtern.

Indem ich eine Waffe, wie den Schild betrachte, mache ich mir sogleich klar, dass ich es nicht nur mit der Entstehung und Umbildung einer oder mehrerer Formen zu thun habe, ferner dass dieser Schild nicht unabhängig und launig, sondern nach bestimmten, ausserhalb der Schilde liegenden Bedingungen sich verändert. Der Schild ist sozusagen ein Negativ zu dem Positiv, das die Angriffswaffe darstellt. Nicht nur nämlich, mit welcher Waffe der Feind mich angreift, wie also dieser entsprechend meine Schutzwaffe am geeignetsten sein wird, ist von Wichtigkeit für meine Wahl, sondern auch, welche Waffe ich selbst führen will. Wenn z. B. fast alle Kassaivölker in Afrika den Schild aufgegeben haben, so kann ich überzeugt sein, das hängt damit zusammen, dass diese Stämme meist mit Pfeil und Bogen schiessen und kämpfen. Nun liegt der Grund aber nicht etwa darin, dass die Schilde schlecht gegen Pfeilschüsse schützen, sondern darin, dass der Bogenschütze den Schild schlecht handhaben kann, zumal die eine Hand den Bogen, die andere den Pfeil erfassen muss. Diese einfache Ueberlegung zeigt schon, dass das Schild-

studium in eine ganze Reihe von Problemen hineingreifen muss und auch, dass die Form des Griffes von ausserordentlicher Bedeutung ist. Thatsächlich werden wir diesem Unterscheidungsmerkmal in Oceanien, wo die Formen bunter durch einanderlaufen als anderswo, mehr Beachtung schenken müssen als in Afrika.*) Denn kein Gebiet der Erde hat so viele Schildformen wie das Quellgebiet Oceaniens, Indonesien.

In der oben erwähnten Arbeit über die Mathematik legte ich schon das Bild der Kulturentwickelung in Oceanien dar, soweit dasselbe für derartige Einzelstudien von Wichtigkeit ist. Daher darf ich hier darauf verweisen und mich kurz fassen. Es sind drei Achsen zu berücksichtigen. 1. Die Südachse geht von Indonesien aus, läuft über Neuholland und endet in Melanesien, stellt also einen nach Norden offenen Bogen dar. 2. Die Mittelachse läuft in ziemlich geradem Streifen von Indonesien durch Melanesien, also über Neuguinea nach dem östlichen Melanesien. 3. Die Nordachse läuft als weite Fläche von Indonesien über Mikronesien (mit der Südgrenze am Nordrande Neuguineas) nach Melanesien und Polynesien, stellt also eine nach Südwesten offene Bogenfläche dar.

Die Gruppirung der einzelnen Formen kann vorgenommen werden nach folgenden Gesichtspunkten. 1. nach geographischen, 2. nach formalen; a) nach dem Griff, b) nach der Form der Schildfläche, c) nach dem Material. Eine eingehende Schilderung wird stets erst die Formen nach der geographischen Verbreitung, dann die Formen nach der formalen Zusammengehörigkeit erörtern müssen. Hier steht mir nicht der genügende Raum für eine solche eingehende Behandlung zur Verfügung und ich muss mich auf eine Eintheilung nach formalen Gesichtspunkten beschränken, der ich die Berücksichtigung der Form des Griffes, der Handhabe, zu Grunde lege. Ich sende aber eine knappe Uebersicht der Hauptformen der Behandlung voraus, um so in Fragen des Mischungsproblemes auf eine Vorkenntniss mich beziehen zu können. Ich unterscheide 3 Formen:

1. Nigritische Form der Südachse. Hölzerner Parirschild mit senkrechtem, aus dem Vollen geschnittenen Griff.

2. Asiatische Form des Nordens. Runder Lederschild mit Wölbung und doppeltem Ledergriff für Arm und Hand.

---

*) Die afrikanischen Schilde in: „Der Ursprung der afrikanischen Cultur" 1898, C. 2, S. 23 bis 56.

3. Vormalajische Form der Mitte. Viereckiger, oben eingeschnittener Schild aus Rotang mit Schnur zum Umhängen oder einfach: Rotangpanzer.

I. Nigritischer Schild.

Vor Allem ist festzustellen, dass in Neuholland der Schild nicht allgemein gebräuchlich ist, sondern an einigen Orten, wie in König Georgs-Sund z. B., nach directer Aussage fehlt*), dass die nigritischen Schildformen im Ausklang der Südachse, also in Melanesien, selten sind, in Indonesien dagegen ausserordentlich häufig, dass endlich eine Beziehung zum nigritischen Schilde sich in der Waffenführung auf der Nordachse (in Mikronesien und Polynesien) nachweisen lässt. Nunmehr sind die Formen in diesen einzelnen Gebieten zu betrachten.

a) Neuholland. Es kommen bei demselben Stamme oft mehrere Schildformen neben einander vor. So sagt Taplin, der Schild der Narrinyeri bestände entweder aus Holz oder aus der Rinde des rothen Gummibaumes. Die Bewohner von Neusüdwales haben ebenfalls Schilde von zweierlei Art nach Dumont d'Urville; die von Baumrinde schützen nicht so vor dem Lanzenstoss, wie die von festem und im Feuer gehärtetem Holz gefertigten, welche inwendig mit 2 (?) Handhaben versehen, aber wegen ihrer Schwere nicht so gebräuchlich sind. Auch wird mir mitgetheilt, dass je nach dem Zwecke verschiedene Schilde vorhanden wären, so vor Allem in Victoria, wo alle drei Schildformen nebeneinander vorkommen, wie wir sie nunmehr besprechen wollen.**)

Die ursprüngliche Form des australischen Schildes (Fig. 1) treffen wir in dem einfachen dicken, vierkantigen,

---

*) Scott Nind: „Description of the natives of King Georges Sound" in The journ. of the Geogr. Soc. London. Band I, S. 32.

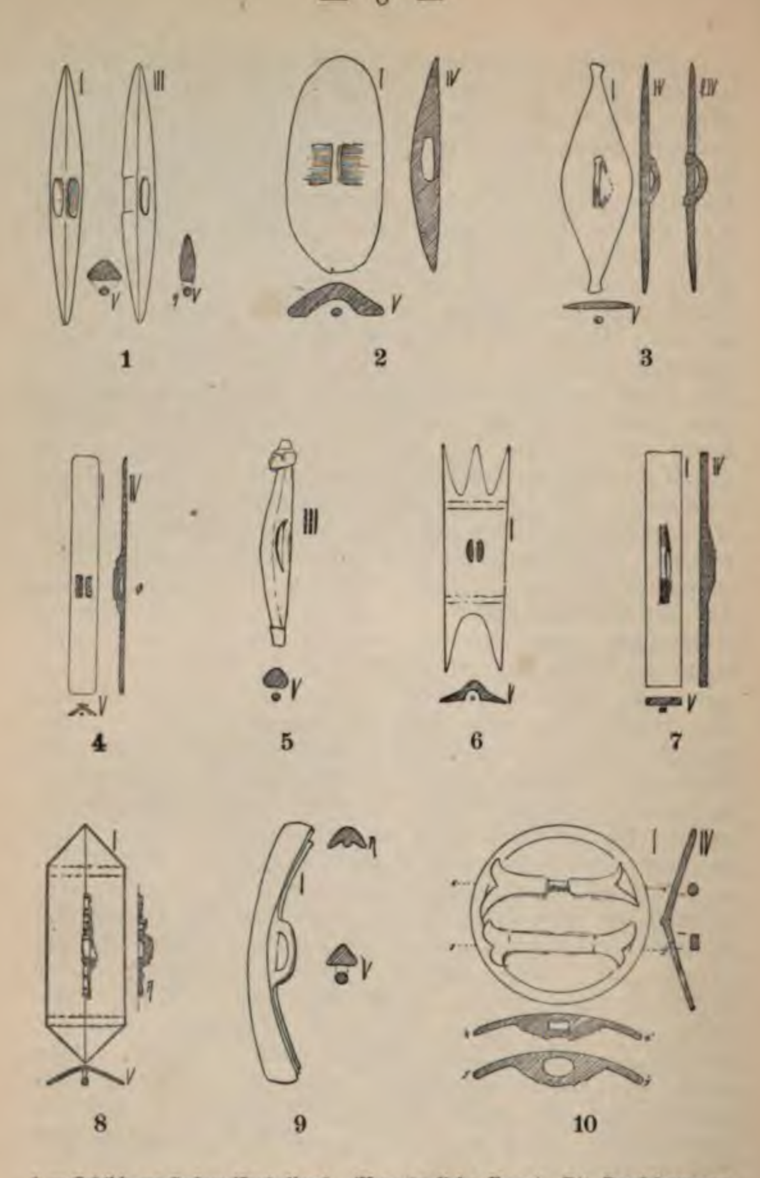
**) Taplin in „Nat. Tribes of South Australia" S. 40. Dumont D'Urville: „Entdeckungsreise der französischen Corvette Astrolabe. 1826—1829. Hist. Th." S. 30. Die Litteratur über neuholländische Schilde ist ausserordentlich kümmerlich. Das Beste hat Brough Smyth in seinem Buche über die „Aborigines of Viktoria" gebracht. Sonst finden sich noch einige Angaben z. B. bei Samuel Gason: „The Dieyierie Tribe" Adelaide 1871, S. 33, Wyatt in „Nat. Tribes of South Australia", S. 172. Bastian: „Oceanien", S. 130, 129. Watkin Tench: „Nachricht von der Expedition nach Botany Bay" 1789, S. 80. Turnbull: „Reise um die Welt 1776 bis 1780", S. 49. Georg Angas: „Savage Life and Scenes in Australia and New Zealand", Vol. I, S. 147, Vol. II, S. 214/5 und in der bekannten Litteratur bei Cook, Eyre, Lumholtz, Curr etc. Abbildungen bei Brough Smyth, Edge Partington, Lumholtz etc.

oben und unten spitz zulaufenden und mit einem in Folge Durchführung eines der Handbreite und Handdicke entsprechenden Kanales in der Mitte von einer zur anderen zweier neben einander liegenden Flächen gewonnenen Handgriffe versehenen Schilde an. Die Länge schwankt zwischen 45 und 90 cm. Das Holz ist hart, wahrscheinlich im Feuer gehärtet. Die beiden Flächen, die der Kanal oder Handgriff verbindet, stellen die glatte, convex-dachförmige Hinterseite, die beiden anderen, die ebenfalls convex-dachförmige, aber mit allerhand eingegrabenen Linien verzierte Aussenseite dar. Die Breite ist nicht über 6—9 cm. Daneben kommen noch eine längere und nach aussen gewölbtere, aber noch schmalere Form bis zu ca. 1 m Länge vor, die aber wenig von der eben beschriebenen und skizzirten verschieden ist. (Fig. 1 A V.) — Als Ausschmückung kommt neben den eingravirten Ornamenten nur bei der ersten Variante noch ein Fellstreifen vor, der um die Mitte geschlungen ist, sodass er auch — wie die Hand von der anderen Seite — den Canal passirt. *Diese Schilde dienen lediglich gegen Keulenwürfe und -Schläge.*

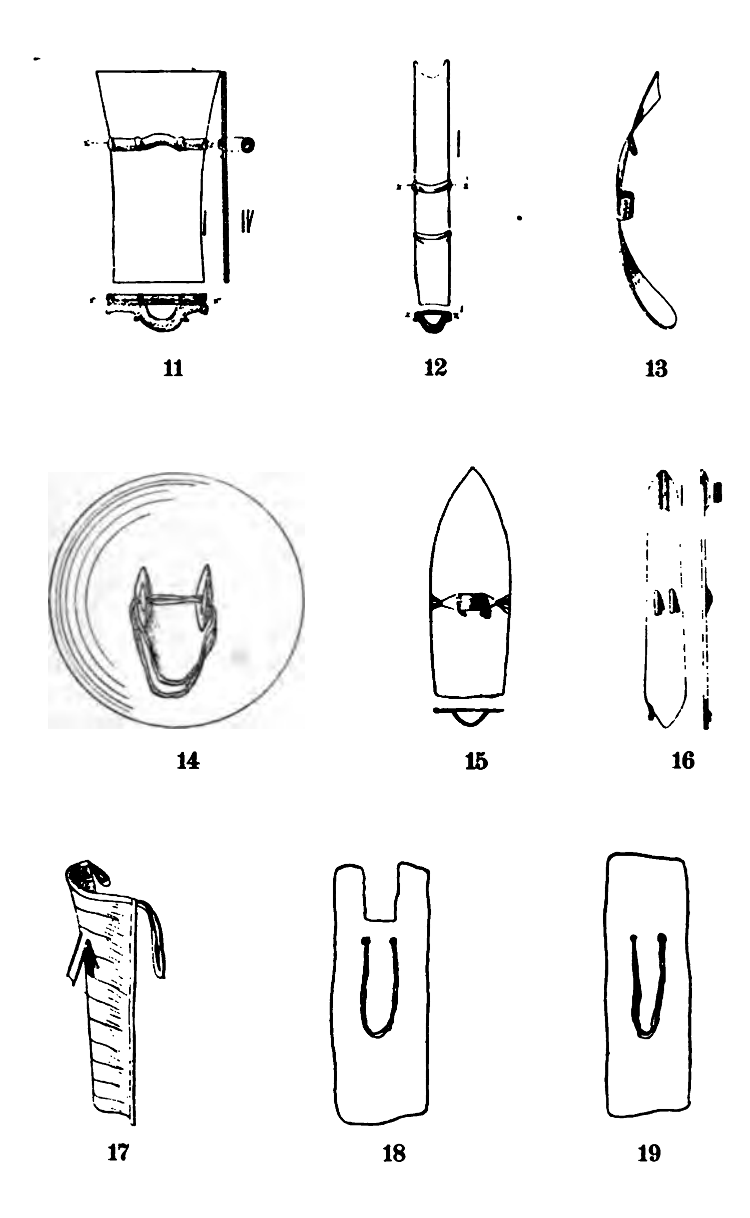
Die zweite Schildform ist am besten ausgebildet in Queensland, während die erstere wesentlich südwestlich ist. Dieser Schild (Fig. 2) stellt eine nach aussen gewölbte, hinten absolut gerade Fläche von ovaler Contur dar. Der Canal für das Durchgreifen der Hand ist hinten in der Mitte angebracht. Der so ausgespaarte Handgriff (Stab) liegt demnach genau in der Fläche des Schildes. (Siehe den Schnitt durch die Mitte nach der Längsachse Fig. 2IV). Bei diesen Schilden liegt die Schwierigkeit im Herstellen des Kanales. Seinetwegen müssen sie aussen gewölbt und in der Mitte dick sein. Die dritte Form dagegen geht, wie wir nachstehend sehen werden, von der geraden, ungewölbten Platte aus. Daher nenne ich diese die ⌒-Form, die nächste aber die —-Form. Der Name ist vom Querschnitt durch die Mitte genommen, (Fig. 2V und 3V) und es fehlen demnach eigentlich die Punkte in dem Halbkreise und unter dem Strich. — Von dieser ⌒-Form giebt es mehrere Varianten, eine kleinere im Süden und im Centrum Queenslands, deren Form Fig. 2 entspricht und eine grosse aus der Rockinghambay und Nord-Queensland, deren Rand nicht streng oval ist, sondern mehr dem Durchschnitt eines Brotes gleicht. Diese sind ausserdem mit mehreren Farben phantastisch bemalt. — Gemeinsam mit der ⌒-Form wird *meist das Holzschwert genannt, doch dient sie auch gegen Bumerang und Keule.*

Die dritte —-Form der australischen Schilde (Fig. 3) zeichnet sich, wie schon angedeutet, durch eine flache Wand und einen freistehenden Griff aus (Fig. 3 IV). Die Schwierigkeit, diese Form herzustellen, besteht demnach nicht in der Anlage des Griffkanales, sondern in der Herstellung des Griffholzes, das ausgespaart werden muss. Und das ist für die ursprüngliche Form eine sehr complicirte Sache, denn die Schildwand wird bei diesen aus Rinde hergestellt und der Griff aus einem mitsammt der Rinde aus dem Baum herausgelösten Holzblocke geschnitzt. Ueber das Verfahren hören wir schon von Cook: „Bisweilen fanden wir die ganze Form der Schilde in der Rinde wirklich ausgeschnitten, aber noch nicht von dem Baum losgelöst; sondern sie war nur rings um den Rand der Schilde ein wenig aufgehoben und wurde durch dazwischen hineingetriebene Keile in dieser Lage gehalten. Die Eingeborenen müssen demnach wohl wahrgenommen haben, dass Baumrinde dicker und stärker wächst, wenn man ein Stück davon rings umher ausschneidet und sie in diesem Zustande noch eine Zeit lang am Baum sitzen lässt." Damit ist die Vorbereitung zur Herstellung eines solchen Schildes beschrieben; später, wenn die Rinde ein gutes Stück schon absteht, wird sie mitsammt einem Holzblock in der Mitte für Herstellung des Griffes mit dem Beile herausgeschlagen. — Eine jüngere und eine entschieden Nachlässigkeit verrathende Form oder Variante dieser Schilde zeigt nicht mehr Herstellung aus einem Stück. Es wird vielmehr einfach ein entsprechendes Stück Rinde mit zwei Löchern versehen und in diese ein gebogenes Holz als Griff gesteckt. Fig. 3a IV. — Während diese beiden Varianten wohl in ganz Neuholland mit Ausnahme einiger Gegenden des Ostens und Westens vorkommen, gehört die folgende wesentlich dem Westen an. Dem ganzen Typus nach gehört dieser Schild in diese Gruppe, es ist also eine —-Form. Derselbe wird aber ganz aus Holz hergestellt, also geschnitzt. — Alle diese Schilde der —-Form dienen nicht wie die ursprüngliche und die ⌒-Form dem Einzelkampf und gegen Keulen etc., sondern es sind die Schutzwaffen gegen den Speerwurf und in der Schlacht.

b. Melanesien. Wie schon oben erwähnt, klingt die Südachse in Melanesien aus, und wir müssen hier nach Verwandten der nigritischen Schilde Ausschau halten. Es finden sich drei Formen und Beziehungen, von denen die auf den Salomonen heimischen später Erwähnung finden, die der Inseln zwischen dem Bismarckarchipel und Neu-



1 = Schild aus Südost-Neuholland. (Ursprüngliche Form.) Die Bezeichnungen I—V bedeuten stets: I = Rückansicht, II = Vorderansicht, III = Seitenansicht (Griff *stets* rechts liegend). IV = Längsschnitt durch die Mitte, V = Querschnitt durch die Mitte. A ist der Schnitt durch eine andere Form dieser Schilde. — **2** = Schild aus Ost-Neuholland (die ⌒ = Form). — **3** = Rinden-Schild aus Nord-Neuholland (die — = Form) A ist ein Schild mit eingefügtem Griff. — **4** = Schild von den Forrestier-Inseln. — **5** = Schild (Tabangan) von Allor. — **6** = Schild von den nördlichen Philippinen. — **7** = Schild von Allor. — **8** = Dajakschild. A der Griff von der Seite. — **9** = Schild von den Molukken. A Querschnitt am oberen Ende. — **10** = Schild von den Sulu-Inseln.



11 = **Batak-Schild (Sumatra).** — **12** = **Schild von Allor.** — **13** = **Schild von Finschafen von der Seite.** — **14** = **Schild aus der Astrolabebai von hinten.** — **15** = **Schild von Mitra-Fels von hinten (unten der Rotanggriff von der Schildspitze aus gesehen). Der Rotangüberzug wurde fortgelassen.** — **16** = **Schild von Santa Anna.** — **17** = **Bogenschild von den Aru (nach Dr. Schmeltz.)** — **18** = **Schild aus dem Papuagolf von hinten.** — **19** = **Schild von Angriffshafen von hinten**

guinea sowie diejenige Neupommerns aber hier beschrieben werden sollen.

Der Schild von den French- und Forrestier-Inseln gehört der ⌒-Gruppe an. Derselbe hat eine Länge von 155 bis 160 cm, bei einer Breite von 17 bis 20 cm. Er (Fig. 4) besteht aus einem auffallend leichten Holz, weicher aber zäher Natur, und ist aus einem Stück geschnitzt. Auf der Aussenseite sitzt in der Mitte ein erhaben geschnitzter Vogel der Stelle gegenüber, wo im Innern der Griffkanal durchgeführt ist. Auch ist der Schild der Mitte zu leicht gewölbt. Der Rand ist mit Rotang oder Stuhlrohr fest durchzogen und umwickelt, zu welchem Zwecke eine Unzahl kleiner Löcher nun unweit des Randes um den Schild läuft. Auch ist der Rand mit feinen Flaumfedern garnirt, die aber im Verfall sind. Die Schildfläche selbst ist auf dem grösseren Theile hinten und vorn mit Rotangstreifen überzogen, die schräg verlaufen. Endlich ist eine reiche Ornamentirung mittelst eingravirter Linien und hinten Bemalung in rothen, grünen, weissen und gelben Erdfarben zu vermerken. — Natürlich haben wir es mit einem nigritischen Schilde der ⌒-Form zu thun, dessen Rotangüberzug aber an das Vorkommen im Gebiete der Mittelachse und der vormalajischen Cultur erinnert.

Der Schild von Neupommern und zwar aus dem südlichen Theile der Insel, ist mir aus der Sammlung des leider so früh verstorbenen Baumüller, — der auch die vorher beschriebenen Formen zuerst nach Europa gebracht hat —, in Karlsruhe und Mannheim bekannt. Dieser ist aber eine —-Form, deren Fläche bei einer Länge von ca. 80—120 cm ca. 12—18 cm breit ist. Auch diese Schilde sind aus leichtem und zähem Holz und zwar aus einem Stücke hergestellt. Ein Rotangüberzug fehlt, doch ist die Vorderfläche mit allerhand Ornamenten in weissen, grauen etc. Farben bemalt. Nur ein Exemplar von vieren ist am Rande mit Federn geschmückt. Bei der Leichtigkeit und Zerbrechlichkeit dieser Geräthe ist es kaum anzunehmen, dass es sich um ernste Kriegswaffen handelt, sondern wohl nur um Tanz- oder Cultuswerkzeug.

c. Indonesien. Indonesien, das überhaupt an Schildformen reichste Land der Erde, bietet auch die meisten Formen der nigritischen Schilde. Es ist aber nicht schwer, nachzuweisen, dass alle Vorkommnisse auf die drei in Neuholland vorgefundenen Formen, nämlich 1. die ursprüngliche, 2. die ⌒-Form und 3. die —-Form zurückzuführen sind, in welcher Reihenfolge wir sie nunmehr betrachten wollen.

1. Die ursprünglichen Formen. Diese sind sehr selten und in dem in Neuholland einheimischen Typus nur auf den kleinen Sunda nachgewiesen. — Vor Allem ist der Tabangan, der kleine Holzschild der Vorkämpfer an der Küste Allors zu erwähnen. Das im Berliner Museum unter I c. 21029 befindliche Stück ist von dem bekannten Sammler Jacobsen erworben und hat eine Länge von 48½ cm bei einer Breite von ca. 8 cm in der Mitte (vergl. Fig. 5). Das aus einem Stück Holz hergestellte Exemplar läuft den Enden zu spitz aus, oben noch einmal zu einem Knoten sich verdickend, der einen Menschenkopf mit in Perlmutterschale ausgelegten Augen darstellt. Eine leichte Bemalung in helleren und dunkleren Streifen ist unwesentlich. Sehr wichtig ist die Angabe des Sammlers, dass der Tabangan vom Vorkämpfer, einem sehr tapferen Manne gebraucht wird, der ihn dazu benutzt, die auf ihn abgeschossenen Pfeile abzuwehren. Es ist also ein Parirschild.*) — Auch der aus mehreren Theilen zusammengesetzte Schild der Insel Wetter bietet in dem einen seiner Elemente eine ursprüngliche Form des nigritischen Schildes. Die beiden Theile heissen Eralili und Kalau. Der Eralili ist aus 0,6 cm starkem Büffelfell verfertigt, in Kreuzform mit ungleich breiten Armen. Der untere als der breiteste misst am Ende 24 cm und ist von da ab spitz abgeschnitten, — eine abgerundete Form ist seltener, — während der obere an seinem Anfange 17 cm, an seinem Ende 23 cm breit und an letzterem gerade bleibt. Die beiden Seitenarme erscheinen gleichsam aus dem unteren herausgewachsen und sind mit lang herabhängenden Ziegenhaaren verziert. In der Mitte des Eralili ist ein Loch, vor das der Kalau mit seinem Griff so zu liegen kommt, dass die Hand ihn erfassen kann. Der Kalau besteht aus einem buckelförmigen Stück Holz, ähnlich dem Tabangan, welcher in der Mitte mit starkem Büffelleder überzogen ist, das seinerseits wieder in Seitenflügelchen ausläuft, die auf dem Eralili befestigt sind. Der nach unten und oben spitz auslaufende Kalau ist mit den Spitzen durch an den entsprechenden Enden am Rande des Eralili angebrachte Löcher gesteckt, auch ist der Kalau oben und unten mit Lederstreifen überzogen. Der Kalau ist 53 cm lang (Höhe der Schilder), in der Mitte mit den Flügeln 17 cm breit und 6 cm tief. Durch einen Strick werden beide Theile vom Kämpfer fest zusammengehalten. Das Eralili ist 48 cm hoch, bei einer Grund-

---

*) Jacobsen: „Reise in die Inselwelt des Bandameeres“ 1896, S. 93/94.

breite von 41 cm. Dieser Schild dient zur Abwehr der Klevanghiebe, wozu er durch die Lederbestandtheile geeignet wird.*)

2. Die ⌒-Formen sind weit häufiger. Sie finden sich auf Nias und den Mentavej**), also im Südwesten, und auf den Philippinen und der Nordostecke Neuguineas***), also im Nordosten Indonesiens. Der Schild von Nias ist zumal von Modigliani genau beschrieben. Nach ihm hat der auf Süd-Nias heimische Baluse die Form eines Bananenblattes, woran auch die Mittelrippe an der Aussenseite und die quer über ihn laufenden niedrigeren Rippen erinnern. Unten läuft der Schild in eine oft mit einem Eisenschuh versehene Spitze aus. Die Mittelrippe ist in der Mitte zu einem dicken Knopf oder Buckel angeschwollen, der einen von innen oder hinten angelegten Canal, das Griffloch, verdeckt. Der Canal ist aber bei diesen wie bei den Schilden von Meñtawej dadurch sehr bemerkenswerth, dass er links, wo die Finger und der Handballen hineinfahren, viel grösser eintritt, als er rechts, wo die Fingerspitzen herauskommen, ausläuft. Während die Hauptrippe auf der Aussenseite aus Holz ausgeführt ist, sind die Querrippen aus Rotang hergestellt. Dieselben laufen um den ganzen Schild. Kinder lernen den Gebrauch dieser Schilde an Nachbildungen von Rinde, die an der Sonne gehärtet werden. Als Maass giebt Modigliani an: Länge 1,45 bis 1,10 m; Breite 34 bis 21 cm, Stärke mit der Mittelrippe 9,5 bis 6,5 cm. Aehnlich geformt sind die Schilde der Mentawej, die unten in eine Spitze auslaufen, während sie oben gerade abschneiden. Ein im Darmstädter Museum liegendes, von Rosenberg gesammeltes Exemplar misst 165 cm Länge und ca. 23 cm Breite am oberen Rande. Den Griffcanal verhüllt aussen ein kleiner Buckel, aber eine Mittelrippe fehlt. Dagegen ist die Canalmündung wie bei dem Niasschild links

---

*) Baessler im Internationalen Archiv für Ethnographie 1891, Bd. IV, S. 74/75 und Taf. VIII, Fig. 9 und 10. Jacobsen: „Bandameer" S. 108.

**) H. von Rosenberg: „Der malayische Archipel" 1878, S. 164, 165, 191, 193. Ratzel: „Völkerkunde." 2. I, S. 386. Albert S. Bickmoore: „Reisen im ostindischen Archipel 1865—1856, 1869 S. 339. Modigliani: „Un viaggi a Nias, Milano 1890, S. 229—231, Fig. 38 u. a. a. O. etc.

***) „Allgemeine Historien der Reisen zu Wasser und zu Lande", Bd. XI, S. 393. Ferdinand Blumentritt: „Versuch einer Ethnographie der Philippinen", 1882, S. 26. A. B. Meyer u. A. Schadenberg: „Die Philippinen", Publ. Bd. VIII, Taf. V und Text. J. D. E. Schmeltz und F. de Clerq: „Ethnographisch Beschrijring van de West en Nordkust van Nederlandsch Nieuw-Guinea", 1897, Taf. XXIX, No. 17.

grösser wie rechts. Ausserdem ist der Mentawejschild nicht selten mit eigenartigen Ornamenten innen und aussen bemalt. — Einen typischen Schild von den Philippinen bilde ich in Fig. 6 ab. Derselbe stammt aus dem Leipziger Museum: Sammlung Hans Meyer. Bei einer Breite von ca. 26 cm in der Mitte ist er 103 cm lang. Oben ist der Schild ein wenig breiter als unten. Zwei Einschnitte, die oben rechts und links ca. 20 cm tief, einer, der unten ca. 25 cm tief einschneidet, geben dem Schilde oben 3, unten 2 Hörner. Der Schild ist leicht gewölbt, in der Mitte sogar ziemlich stark gebuckelt, und so für den versenkten Griffcanal gut vorbereitet. Mehrmals sind Rotangbänder übergeflochten. Ein Igorrotenschild der gleichen Sammlung ist aus leichtem, schwarzbraunen Holz 110 cm lang und ziemlich gleichmässig ca. 20 cm breit, weniger stark gebuckelt, mehrfach mit Rotangflechtwerk verstärkt, aber ohne Einschnitte in den oberen und in den unteren Rand. Aber ein kleines, mit Rotang umflochtenes Holzzäpfchen auf dem oberen Rand in der Mitte fällt auf. Sonst ist der Schild leicht dachförmig, fällt also nach rechts und nach links leicht ab und zeigt allerhand Anzeichen einer kunstliebenden Hand wie eine Ciselirung des unten und oben in Relief auslaufenden Griffstabes und erhabenen Schlangenlinien an den beiden Rändern der Aussenseite. — Wie aus der Beschreibung und Abbildung J. D. E. Schmeltz' hervorgeht, kommt in der Richtung nach Neuguinea eine verwandte Form vor. — Die Philippinen besitzen neben anderen leichteren Varianten noch eine wichtigere, wie aus der Abbildung in Ratzel's Völkerkunde 2. I, S. 378 hervorgeht.

3. Die —-Form des nigritischen Schildes, also mit frei gearbeitetem Griff. Die Verwandten dieser Form beherrschen das gesammte innere Indonesien, also Borneo, Sumatra, die Molukken, das westliche Neuguinea und einige der nordöstlichen kleinen Sunda. Wir werden mehrere wichtige Varianten unterscheiden müssen, die aber alle durch die Eigenart des prognaten Griffes, also das Fehlen eines Griffcanales, zu einer Gruppe vereinigt werden.

Unterschieden sind sie nur durch die Form der Fläche, die gerade und nach den beiden Seiten abfallend also dachartig, und dann noch nach unten und oben zurückgebogen sein kann, dann durch die Contur des Schildes, die rechteckig, sechseckig, oval etc. sein kann, endlich durch das Material und zum Schlusse noch durch die Ausschmückung. Dass die Grösse eine bedeutende Rolle spielt, ist selbstverständlich.

Die einfachste Gestalt wird dargestellt durch gewisse Schilde von Kisser und Allor. Das von letzterer Insel stammende, unter Fig. 7 abgebildete Exemplar trägt im Berliner Museum die Nummer Ic. 18798 (Slg. Jacobsen). Es ist eine leichte Holzplatte mit eingeritzten Mustern. Die Höhe beträgt 98 cm, die Breite 15 cm. Die Form ist genau rechteckig, und der Griff hebt sich von der sonst gleichmässig starken Platte ohne Griffcanal ab. Ausser derartigen Schilden von den kleinen Sunda weiss ich als dieser Variante zugehörig nur Schilde von Borneo zu erwähnen, die eine gerade Vorderfläche besitzen. Soweit mir bekannt, kommen sie nur an der Westküste dieser Insel vor, sind aus schwarzem Holze hergestellt und auf der Vorderseite in Schnörkeln und Linien bunt und sogar golden und silbern bemalt. Sie sind stets sechseckig, und daher oben unter einem Winkel von etwas über 90° zugespitzt, unten in einem Winkel von etwas unter 90°, so dass sie unten spitzer sind als oben. Die beiden langen Seitenconturen sind gerade, die 4 Conturen an den oberen und unteren beiden Enden aber gewellt. Das Exemplar in Leiden S. 360/5275, Prov.: West-Borneo misst bei 66 cm Höhe etwa 18 cm Breite. — Der geraden Aussenfläche zufolge kommen für diese Variante auch die zusammengesetzten Schilde von Borneo in Betracht, die aber wegen ihrer Zusammensetzung in eigener Gruppe vereinigt werden mögen.

Dieser seltenen einfachen Gestalt des —-Schildes stehen die complicirteren der dachförmigen Vorderfläche, also die ∧-Schilde in grosser Uebermacht gegenüber. Zu diesen gehören 1. die breiten Schilde der Dajak und Toradjes, sowie schmalere von Ost-Celebes, 2. Schilde von Westneuguinea und endlich 3. die Schilde der Molukken. — 1. Der Litteratur*) zufolge ist der Dajakschild von 3 Fuss bis 3 Fuss 4 Zoll lang und 15 bis 20 Zoll breit. Die Maasse des in Fig. 8 abgebildeten Stückes sind: Länge von der oberen bis zur unteren Spitze 117 cm, Breite 37 cm, Länge der beiden Seitenränder 77 cm, der vier den oberen und den unteren Rand bildenden Conturen 27 cm, Länge des ganzen Griffstreifens wie unter a) abgebildet ca. 50 cm. Diese Schilde sind leicht dachförmig. d. h. die Wand des Schildes fällt von einer die obere mit der unteren Spitze verbindenden Firstlinie nach beiden

---

*) Viele Abbildungen zumal bei Hein: „Bildende Kunst der Dajak" und bei Ling Roth: „The Natives of Sarawak", Bd. II, London 1896, vgl. auch Bock: „Unter den Kannibalen von Borneo", 1882, S. 219/20. Franz Junghuhn: „Die Battaländer auf Sumatra", Berlin 1874, Bd. II, S. 335 etc. etc.

Seiten sanft ab, sodass sie in einem Winkel von etwa 135° zu einander stehen. Aussen und innen sind die Schilde meist mit reichem Schmuck an Malerei, den Bildern von Menschen verziert, aussen auch wohl mit Haaren.

Eine grössere Festigkeit wird ihnen durch Rotangstreifen zu Theil, die in Durchbohrungen befestigt sind und von rechts nach links resp. umgekehrt über den Schild laufen. Wir wissen auch Bescheid über den eigentlichen Zweck dieses Schildes. Derselbe soll nämlich nicht die Speerspitze auffangen, sondern der Dajak pflegt die Speere mittelst seiner durch eine Drehung der Hand aufzufangen. Gleiche Schilde besitzen Völker im Innern von Celebes, doch sind diese reichlicher mit Bambus und Rotangstreifen geschützt. Grössenverhältnisse eines Toradjesschildes: Länge zwischen den Spitzen 120 cm, Breite 42, Länge der vier Conturen an den Enden 25 cm. Der Griff ist stärker und kürzer gebaut, die Firstkante mehr abgestumpft und die Seiten mehr gewölbt, sodass der Querschnitt nicht die Winkelform, sondern eine Bogenform hat. Auf Celebes existirt aber auch noch eine schmälere Form. Dies sind Schilde, die aus einem ganz leichten und weichen, aber zähen Holze bestehen und deren dachförmige Wand einen weit kleineren Winkel besitzt. Maasse: z. B. Länge 106 cm, Breite an den Enden 10 cm, in der Mitte 18 cm. Die Seitenflächen sind also nach oben und unten abgewölbt. Der Winkel ist unter 90°. Kurzum, der Schild nähert sich der Molukkenform, auch in dem Fehlen einer Zuspitzung oben und unten und in der reichen Perlmuttereinlage die mosaikartig die Vorderfläche in Streifen schmückt, ausserdem Verzierung mit rothen, schwarzen und hellen Haaren. Starke Verwendung von Rotangstreifen. — 2. Schilde von Ron in der Geelvinkbai gehören ebenfalls hierher, wie die 2 Exemplare 48, 6 und 929, 777 u. a. in Leiden mich gelehrt haben.*) Die Länge verhält sich zur Breite etwa wie 5 zu 1. Oben ist zuweilen eine sitzende Figur ausgeschnitten in durchbrochener Arbeit. Die Vorderfläche ist bunt bemalt. Der Abfallwinkel der Seiten ist sehr gross. — Endlich haben wir 3. die grösste Familie der Molukkenschilde**) zu beschreiben. (Fig. 9.)

---

*) Gute Abbildungen bei Schmeltz und de Cerq, Taf. XXIX, No. 10 und XXVIII, No 10 nebst ausgiebiger Beschreibung ebenda S. 146/47.

**) A. Bastian: „Die Molukken, Reiseergebnisse und Studien", S. 74. Bickmore S. 148 und 151. C. Ribbe: „Die Aru-Inseln" in der Festschrift des Vereins für Erdkunde zu Dresden, 1888, S. 184.

Derselbe kommt von Flores (Larantuka. Berlin. Mus. Ic. 18241, lg. 67 cm) bis nach Neuguinea vor, von den Banggai-Inseln und Halmahera bis nach den Aru. Seine Grösse schwankt von 45 cm bis über $1^1/_2$ m Länge (auf Tanimbar, Berlin. Mus. Ic. 20787), bei einer Breite in der Mitte von ca. 7—12 cm, an den Enden $10^1/_2$—20 cm. Die meist abgerundere Firstkante ist unten und oben nach hinten gebogen, sodass der Schild zurückgewölbt ist. Eine Zuspitzung der Enden fehlt. Die Seiten-Conturen sind in Bogenform eingeschnitten, wodurch es kommt, dass der Schild in der Mitte schmaler ist als an den Enden. Meistens wird ein leichtes Holz genommen. Eine Verfestigung durch Rotangstreifen konnte ich nicht beobachten. Dagegen fallen alle möglichen Verzierungen auf. Auch reicht die Griffleiste, die im Allgemeinen schon oben am Schilde beginnt, nicht immer soweit. Zumal auf Halmahera kommt reicher Besatz der Vorderfläche mit kleinen Perlmutter- und anderen Muschelstücken, in neuerer Zeit auch Porzellanstückchen vor. Kükenthal erwähnt für dieses Gebiet auch Benagelung mit Rotangstreifen, Martin eine solche auch für Seran, wo die Ausschmückung mit Muschelmosaik sich nicht auf alle Stücke erstreckt. Auf Seran auch schon Verzierung des Schildes mit aufgeklebtem Papier neben Federschmuck. Dieser Papierschmuck ist auf den Uliassern, die den kleinen Tanzschild von dem Kriegsschild der Buruer ererbt haben wollen, allgemeiner. Die Verwendung des Schildes ist in den meisten Gegenden auf den Tanz beschränkt, zumal auf den Aru, wo neben ihm bei festlichen Aufzügen Models von Klevangs geschwungen werden, auf Luang, wo er beim Purkafeste auftritt (Berlin. Mus. Ic. 19804.) und auch im Norden. Auf Tanimbar aber ist er ein „Kriegsschild zum Pariren". Bemerkenswerth ist, dass diese Schilde auf den Banggai eine ziemliche Breite haben und mit einem Mittelknauf versehen sind (z. B. Berliner Mus. Ic. 22038). Dieser letztere Schild erinnert an die merkwürdigen Schilde der Talaut (Leiden Mus. z. B. 653/1 und 561/20), deren Länge zur Breite sich wie 8 zu 1 ungefähr verhält. Auf $^1/_4$ vom oberen Rande nimmt die sonst ziemlich gleichmässige Breite plötzlich ab und der Schild läuft nach einer kleinen Einbuchtung nach oben spitz zu. In der Mitte vorne findet sich ein starker

---

K. Martin: „Reisen in den Molukken", 1894, S. 58, 104, 191 192, 235, 285. Warnik 1899 i. A. H. d. R. Bd. VIII, S. 74. Kükenthal: „Im malajischen Archipel" 1896, S. 147, 197 etc. J. G. F. Riedel: „De Sluik- en Kroesharige Rassen Tuschen Selebes en Papua" 1886, Taf. 4, Buru etc.

Buckel, der von innen ausgehöhlt ist und so eine Art Griffcanal bildet, von dem wir aber sonst nicht sprechen dürfen, da ausserdem der Griff frei herausgearbeitet ist.

Es kommen für die —-Schilde ausserdem noch zweierlei Eigenarten in Betracht, nämlich einmal die zusammengesetzten Schilde von Borneo und dann eine Form des Tabangan mit eingesetztem Griff. Diese Schilde von Borneo neigen durchgehends der ovalen Gestalt zu, von der sie hie und da durch Zuspitzung des unteren Endes und Abflachung des oberen (z. B. Berlin. Mus. Ic. 713 über 60 cm lang „in Mittel- und Süd-Borneo" gebräuchlich) oder nur Abflachung des oberen Randes (z. B. Berlin. Mus. Ic. 10 Nordwest-Borneo) abweicht. Die richtig ovalen Schilde besitzen entweder Rotangwand oder Holzwand. Ein solcher Schild mit Holzwand in Leiden ist bei einer Länge von ca. 74 cm etwas über 30 cm breit (461/30) und stammt aus West-Borneo. Der äussere Rand ist von einem starken Rotangstreifen eingefasst. Der ganzen Längsachse nach ist ein etwa dem Drittel der grössten Breite entsprechendes Holzbrett vorn aufgebunden, dem hinten ein ebensolches, nach oben und unten spitz zulaufendes entspricht. Das hintere ist das Griffbrett von der Form wie Fig. 3, nur ist der Griffstreifen in Relief vom oberen bis zum unteren Ende gearbeitet. Dagegen besteht die Wandung des Berliner Schildes Ic. 9, Central-Borneo, Länge ca. 55 cm, Breite ca. 18 cm, aus einer Flechtwerkplatte, der aber wie bei dem vorigen Schilde ein Rand von Rotang, ein senkrechtes Streifenbrett wie eine Mittelrippe vorn und ein ähnliches Brett mit dem erhabenen Griffe hinten nicht fehlt. Diese Schilde müssen unbedingt der —-Form zugezählt werden, bedeuten aber dennoch in Folge der Zusammensetzung im Wesentlichen Abänderung. Die Rotangflechtplatte erinnert an vormalajische Vorkommnisse. — Weiter gehört in die Gruppe der —-Schilde Berlin Ic. 18797, ein Tabanganschild von Allor. Derselbe ist länger (nämlich 58 cm lg.) als der in Fig. 5 abgebildete Tabangan und in der Mitte auch breiter und flächenhaft gewölbt gebildet, wodurch die Gestalt sich der Fig. 31 nähert. Wie das andere Stück ist dieser Schild nach unten und oben zugespitzt und oben mit einem geschnitzten Kopf versehen, ganz abweichend aber ist der Griff gebildet, nämlich genau wie bei Fig. 3a. Die Wand ist mit zwei übereinanderliegenden Löchern versehen und in diese der gekrümmte und sonst ganz regelrecht senkrecht stehende, mit Lederstreifen umwickelte

Griff hineingesetzt. Es ist also genau das Prinzip des jüngeren australischen Rindenschildes.

Ausser den beschriebenen und den später zur Beschreibung gelangenden Holzschilden asiatischer Verwandtschaft kommen in Indonesien nun noch eine ganze Reihe vor, über deren Zugehörigkeit sich wegen mangelhafter Schilderung der Reisenden und wegen Mangels an musealem Untersuchungsmaterial ich mir kein Urtheil zu fällen wage. So führten auch die Bewohner der Andamanen Schilde, wie die von Engano. Letztere waren aus festem Holz gemacht, 5—6 Fuss hoch und 2—3 Fuss breit und auf der Aussenseite mit Schnitzarbeit und Malerei verziert. Etwas über der Mitte waren zwei Löcher angebracht, um den annähernden Feind dadurch beobachten zu können, ohne dass der dahinter stehende genöthigt war, sich bloss zu geben. Man brauchte diese Schilde nur als Brustwehr bei der Vertheidigung von Häusern und Dörfern, da sie zu schwer waren, um ins Feld geführt werden zu können. Die von Forbes und Jacobsen erwähnten Timorlaut-Schilde gehören wohl zu der Molukkengruppe, aber weder die hölzernen Schilde Sumatras noch die Timors können irgend einer Gruppe ohne Weiteres zugetheilt werden.*)

d. Polynesien. Weder Mikronesien noch Polynesien haben irgend etwas, was man mit Recht einen Schild nennen könnte.**) Dagegen kommt für diese Gegenden eine verwandte wichtige Erscheinung häufig vor.

Die Gilbert-Insulaner***) haben unter anderem Keulen an Länge bis über 1,18 m, die an beiden Enden zugespitzt sind und zum Abwehren der Speere dienen sollen. Auch giebt es ja auf den gleichen Inseln Wurfkeulen, die mit einem langen Stocke abgeschlagen werden. Die Hawaier kannten ebenfalls keinen eigentlichen Schild. Statt dessen diente ihnen der Wurfspiess, mit dessen

---

*) Rosenberg: S. 11, 59, 210, 350. Jacobsen: „Bandameer" S. 131/132. Henry O. Forbes: „A Naturalists Wandering in the Eastern Archipelago, 1878—1883". 1885, S. 314/315. Rienzi: „Oceanien" Band I, S. 125. Junghuhn: „Battaländer", Band II, S. 320.

**) James Edge-Partington bildet im: „Album of the Weapon, Tools, Ornaments ets of the Natives of the Pacific Islands": einen Ceremonialschild mit Federschmuck von Aitutaki ab, dessen prognater Griff das Recht der Bestimmung auf —-Form giebt; das ist jedoch eine sehr vereinzelte Thatsache und die Abbildung recht mangelhaft.

***) O. Fisch: „Ethnologische Erfahrungen und Belegstücke aus der Südsee". Wien 1893, S. 311. Edge Partington Theil II, Taf. 95, No. 12.

unterem Ende sie mit bewundernswürdiger Geschicklichkeit die Streiche des Gegners und sogar Schleudersteine parirten. Vankouver beobachtete solche Kampfesweise gelegentlich eines Gefechtes, das die Hawaier ihm zu Ehren aufführten. In der linken Hand hielten sie ihre Speere, mit denen sie die feindlichen parirten, mit der rechten fingen sie die abgeschickten auf, und warfen sie sogleich mit grosser Geschicklichkeit wieder zurück. Und ähnlich wird ein Gefecht zweier Tahitier geschildert, die beide mit Speeren und Keulen bewaffnet waren. Der eine that den Angriff, und der andere vertheidigte sich. Der erste schwang den Speer und warf ihn oder stiess nach seinem Gegner damit, indem er zur gleichen Zeit seine Keule gebrauchte. Derjenige, welcher sich vertheidigte, steckte die Spitze seines Speeres in die Erde in einer schrägen Richtung, sodass der oberste Theil über seinem Kopfe hervorragte, und indem er das Auge seines Feindes beobachtete, fing er seine Schläge und Stösse durch die Bewegung des Speeres auf, und so bestand die Geschicklichkeit hauptsächlich in der Vertheidigung. Diese Kunst des Parirens des Speeres mit dem Speere wurde auch auf den anderen polynesischen Inseln geübt. Bei einem derartigen, von Turner für Samoa geschilderten Kampfspiele stand ein Mann in einer Entfernung abseits und erlaubte anderen den Speer nach ihm zu schleudern. Er hatte keinen Speer, wohl aber eine Keule, und er legte eine ausserordentliche Gewandtheit an den Tag, mit dieser die heranschwirrenden Speere wegzuschlagen.*)

Diese charakteristische Waffenübung erstreckt sich von Polynesien ziemlich weit über das östliche Melanesien. Guppy betont, dass die oben blattförmig gebildeten und gekrümmten Keulen der Salomonen nicht nur zum Angriff, sondern auch für die Vertheidigung benutzt werden, und Codrington sagt, dass die Eingeborenen von San Cristoval, die vor Allem Speerkämpfer sind, keine Schilde benutzen, sondern die feindlichen Speere mit langen, gekrümmten Stäben abwehren. Cook und Forster fiel es schon auf, dass die Bewohner der Neuhebriden mit ihren Keulen, die auf Tanna eine flammenartige Schneide hatten, die

---

*) George Vancouver: „Reisen nach dem nördlichen Theil der Südsee 1790—1795“. Bd. I, S. 335. J. R. Forster: „Uebersetzung der Tagebücher der Entdeckungsreise nach der Südsee 1776—1780“, 1781, S. 137. Bastian: „Oceanien“ S. 16. Rienzi: „Oceanien“ Bd. II, S. 131. George Turner: „Samoa an hundred years ago and long before.“ 1884, S. 127, vergl. auch Cook, Forster etc.

Wurfpfeile der Gegner parirten, ganz ähnlich den Tahitiern.*)

Und schauen wir uns nun in Indonesien um, ob wir von solchen Angaben nichts finden, so entdecken wir, dass die Lampongs sich im Kriege eines langen, mit einem Kieselsteine besetzten Bambusstockes bedienten, mit dem sie feindliche Lanzenstiche abwehrten, und die Makassaren entweder mit Schild und Kri oder mit zwei Kris fochten, mit deren einem sie die gegnerischen Streiche auffingen und mit deren anderem sie selbst Stösse versetzten.**) — Diese Waffenkunst wurde also auf der ganzen Nordachse geübt. Wir sind berechtigt, auf sie einen besonderen Werth zu legen, zumal wenn wir die Bemerkungen über die Verwendung der nigritischen Schilde berücksichtigen, wie dies in dem folgenden Abschnitte geschehen soll.

e. Geographische und formale Entwickelung der nigritischen Schildformen. Wir haben vom nigritischen Schilde somit im Ganzen 4 Formen kennen gelernt, nämlich einmal die ursprüngliche Form, dann die ⌒-Form, die —-Form und endlich den einfachen Stock wohl als Kümmerform. Es hat sich ganz klar erwiesen, dass dieser Schild unbedingt der Südachse angehört. Fragen wir nach der Gegend, wo die wenig veränderten Grundformen noch erhalten sind, so muss mit dem Hinweis auf Neuholland geantwortet werden. Denn abgesehen davon, dass Indonesien eine wahre Uebermenge von vergnüglichen Umbildungen hervorgebracht hat und noch heute besitzt, fehlt vor Allem bis auf vereinzelte Vorkommnisse auf den kleinen Sunda die ursprüngliche Form (Fig. 1 und 5) und wir vermögen wohl in Neuholland, nicht aber in Indonesien die Entstehung der Schildfläche, „der Wand", erkennen. Bei der ursprünglichen Form ist von einer Wand nicht zu sprechen. Betrachten wir nämlich die zweite der beiden ursprünglichen Formen auf Neuholland, die ich zwar nicht in einer Total-Ansicht, in 1a aber wenigstens in einem Querschnitt durch die Mitte vorstelle, so ersehen wir sofort, dass diese Schilde ursprünglich mehr zur Vertiefung als zur Verbreiterung neigen. Aber wenn der nigritische Schild ursprünglich kein Flächenprincip besitzt, wie kommt es dann zur Fläche? Ich möchte die Frage mit einem Hinweis auf das Material beantworten, das

*) H. B. Guppy: „The Salomon Islands and their Natives", London 1887, S. 75. R. H. Codrington: „The Melanesians" 1891, S. 305. Bastian: „Oceanien" S. 90.

**) Du Bois in der Tijdschrift 1852 1, S. 318. Allg. Hist. d. R. Bd. XI, S. 486/487.

Fig. 3 ins Leben rief. Die Herstellung der Waffe aus Baumrinde mit angefügtem Holzblock zur Ausführung des Griffes brachte anscheinend die Fläche hervor bei der —-Gruppe. Ich will aber ein „Anwachsen" der Breite der ursprünglichen bis zur ⌒-Form nicht in Abrede stellen. Es ist immerhin zu bemerken, dass auch in Indonesien die Entwickelung zur Fläche keine ununterbrochene ist. Die bisweilen grösste und verbreitetste Gruppe ist diejenige mit der dachartigen Rückbiegung der durch eine senkrechte Mittelfirste in zwei Flächen getheilten Wand. Auch hier wieder dringt die Kante durch und tritt das Flächenprinzip zurück. Wir müssen den Grund hierfür im Wesen des nigritischen Schildes, in seinem Zwecke aufsuchen und sehen uns demnach nach Notizen über seine Anwendung um.

Auf Neuholland dienen die ursprünglichen und die ⌒-artigen Schilde nur im Einzelkampf mit Keule, Bumerang und Holzschwert, die —-Form aber gegen den Speerwurf und in der Schlacht. Die ursprüngliche Form in Indonesien ist der Tabangan, der dazu benutzt wird, die feindlichen Pfeile abzuwehren. Der Dajak verwendet seinen breiten, zu solchem Verfahren unter allen noch weitaus am besten geeigneten Schild nicht zum Auffangen der Speerspitzen, sondern wir hören, dass er die Speere mittelst des Schildes durch eine Drehung der Hand abzulenken pflegt. Die Bewohner der Molukken können mit ihrem Schilde gar nichts anfangen als pariren, und an alles das reiht sich die Bemerkung an, dass sogar Stock und Schwert als Schutzwaffe in Indonesien zur Anwendung gelangen, wenn diese Kampfesweise in den westlichen Gebieten vielleicht auch nicht so blüht als in den westlichen, in Mikro-, Poly- und dem östlichen Melanesien.

Damit wird die Sache ganz einfach. Der nigritische Schild ist als Parirschild entstanden und kehrte mit seinen Eigenarten auch immer wieder zu diesem Zwecke zurück. Dass er sich in dem mit Eisenwaffen reich ausgestatteten Indonesien ausserordentlich stark umgebildet hat, kann nicht irre machen. Dass er aus Indonesien nicht vollkommen nach Polynesien mitgenommen wurde, sondern nur in der Kampfesweise eine verwandte Erscheinung über die Nordachse entsandt hat, darf ich aber wohl damit begründen, dass der Seekrieg die Führung des Schildes nicht recht gestattet.

II. Asiatischer Schild.

Der asiatische Schild wurde von den Europäern auf der ganzen Erde im Vordringen angetroffen, sowohl in

Nordamerika als in Afrika, wo er langsam sich auf der Südachse fortschiebt. Dasselbe ist also auch für Oceanien anzunehmen. Der asiatische Schild ist ein Lederschild, der in Indonesien zur Zeit der polynesischen Wanderung, die später durch den Abbruch der Verbindung des Weges über Mikronesien sich von Indonesien vollkommen isolirte, wohl noch nicht einheimisch und eingebürgert war und wohl aus diesem Grunde auch heute noch den Polynesiern fehlt, obgleich sie ihn ganz gut in Rotang oder Holz hätten nachbilden können. Anders ist die Sache in Melanesien, und wir werden in diesem Gebiet rege Umschau halten müssen.

a) Indonesien. Der asiatische Schild ist in seiner ursprünglichen Form ein gewölbter oder gebuckelter, aus starkem Leder bestehender Rundschild mit zwei Griffen, einem für die Hand, und einem für den Arm, dessen Widerstandskraft auf der Wölbungselasticität beruht. Die drei maassgebenden Gesichtspunkte, die die Verwandtschaft verrathen, sind demnach: 1. die runde Form, 2. die Art der wagerecht angebrachten Griffe, 3. das Material: Leder. Das wichtigste von diesen beruht in der Anlage der Griffe, das unwichtigste in dem Material, denn es ist natürlich, dass in einem Lande, wie Indonesien, dessen Industrie meistentheils die Pflanzenfaser bevorzugt, alsbald das Leder von einem anderen Material verdrängt werden muss. Immerhin wollen wir uns erst über die Verbreitung von Lederschilden orientiren, dann aber der Reihe nach erst die runden und endlich die viereckigen Schilde in Indonesien ins Auge fassen.

a) Lederschilde. Vor Allem wird — um in geographischer Anordnung zu bleiben — auf Sumatra bei den Battak ein Lederschild erwähnt. Im Anschluss hieran steht eine Bemerkung aus dem Jahre 1595: „Ihre Schilde sind hölzern oder sie spannen auch Leder über einen Reif." Ferner sind Lederschilde auf Flores und Timor und endlich eine ganze Reihe von verschiedenen Formen auf Kisser, Letti, Allor, Baber zu erwähnen, sodass diese Verbreitung sich genau auf die, das innere Indonesien umgrenzende südliche Inselkette beschränkt. Nur Ueberzüge von Leder und Fell auf Holzschilden bei den Piraten von Sulu und Mindanao, sowie den Stämmen des nordwestlichen Neuguinea werden in der Litteratur erwähnt.

b) Rundschilde. Die Verbreitung des Rundschildes deckt sich im Süden mit der des Lederschildes, sie zieht sich aber auch über das westliche Borneo und Sulu, Mindanao und die Talautinseln, sodass sie sich in einer nördlichen und einer südlichen Zunge nach Indonesien hineinerstreckt. Ein

vereinzeltes Vorkommen ist ein Tanzschild auf Seran und Saparua. — Trotzdem dies nicht solche der ursprünglichen Form sind, sondern Schilde eines selbstständigen Typus, wollen wir die Besprechung mit einer Beschreibung derer von Sulu beginnen.

Der Sulu-Schild besteht nach Baessler aus trocknem Holz, ist rund und hat einen Durchmesser von ca. $^3/_4$—1 m. An der Innenseite sind zwei Griffe angebracht, durch deren ersten man den Arm steckt, während man den zweiten mit der Hand umfasst; die Aussenseite ist meist mit Schnitzwerk verziert. Der in Fig. 10 abgebildete Sulu-schild des Leipziger Museums ist wie alle Verwandten dieser Gruppe aus einem Stück geschnitten und hat bei einem Durchmesser von etwas über 70 cm eine Tiefe von der Aussenseite gemessen von ca. 12 cm. Aussen auf der Mitte prangt ein kleiner Holzknauf. Um den Rand ist mit Holznägeln eine Einfassung von Stuhlrohr angebracht. Innen sind nun bei der Herstellung zwei starke Querleisten ausgespaart, die in Schwalbenschwanzform in den etwas abgesetzten Rand übergehen. Der untere behält auf der ganzen Länge seine Breite, ist aber seitlich rund ausgeschnitten zum Durchstecken des Armes. Der obere verliert in der Mitte auf einer Länge von ca. 10 cm seine Breite. Auch ist er der Wandung zu viereckig ausgeschnitten; das restirende Verbindungsstück ist abgerundet zu einem Griffstab, den die Hand leicht erfassen kann. Demnach sind Arm- und Handgriff durch die Form unterschieden. — Diese Schilde sind verbreitet bis Borneo (Catalog von Webster 1895, Vol. I, No. 5, S. 7. Leiden, Reichsmuseum S. 761, No. 222), Benkoelen (Leiden S. 939, No. 51 a), Mindanao und bis zu den Labo- oder Talautinseln. (Ein entsprechender Schild von den Philippinen in Leiden!) Ling Roth, der diesen Schild bei den Seedajak als priccei erwähnt, sagt von der Verwendung leider nichts Näheres.*) — Bei einem Reihentanze der jungen Burschen Serans haben die meisten kleine, runde, bunt beklebte und an den Rändern mit Federn verzierte Schilde, wie Martin solche auch auf Saparua gesehen hatte. Der Lage dieser Inseln und sonstigen zum Norden weisenden Beziehungen zufolge, möchte ich an einen kümmerlichen Verwandten des kräftigen Sulu - Schildes denken.

Die Schilde der südöstlichen kleinen Sunda bestehen,

*) Baessler im Internationalen Archiv für Ethnographie 1891, Bd. IV, S. 68. Blumentritt a. a. O. S. 54 Allg. Hist. d. R., Bd. XI, S. 1159 Forrest, Deutsche Ausgabe S. 172. Ling Roth Bd. II, S. 139. Martin: „Molukken“ etc. etc.

soweit sie in diese Gruppe gehören, aus Leder und sind in der Ausgestaltung und Verwendbarkeit von ausserordentlich verschiedenem Werthe. Da sind die Lederschilde von Flores aus starkem Leder und ca. 1 m im Durchmesser mit kräftiger Rotangumrandung, zwei festen Holzbügeln und ordentlicher Wölbung. Und daneben die kümmerlich kleinen Schilde aus Timor, einfache Scheiben aus gelbem Leder, einem einfachen Riemen, durch zwei Löcher gezogen, als Griff, ohne Wölbung, ohne Randversteifung. Und als Spielzeug erscheinen sie auch, wenn sie oben in Schwalbenschwanzform auswachsen. Das sind keine Kriegswaffen, das sind kümmerliche Ausklangsformen. Mitteldinge befinden sich auf den nordöstlichen kleinen Inseln. Auf Kisser kommen Formen ähnlich denen von Timor, aber mit einem Rotangrande vor. Auf Baber tritt zu dem einen Griffriemen ein Holzbügel, und dann macht auch der Riemen einem zweiten Holzbügel Platz. An Stelle des ledernen Griffriemens finden wir häufig einen Rotangstreifen. Auf Letti endlich kehrt der kräftige Schild von Flores wieder. — Auf Sumatra und Java kommen nun noch verschiedene Variationen vor. Von Java stammt ein grosser, geflochtener Rundschild mit Bügel aus Holz, von den Atjeh auf Sumatra ein Rundschild aus Flechtwerk (Berliner Mus. Ic. 9558) mit zwei Ringen als Handhabe. Bei letzteren erwähnt Junghuhn auch kleine, hölzerne Rundschilde, das Leipziger Museum besitzt aber sogar einen Adjehschild aus Messing, von 35 cm Durchmesser. Derselbe ist in zwei Reihen je dreimal durchbohrt zur Aufnahme von Metallknöpfen, die innen mit ebensovielen, also im Ganzen 6 Ringen, versehen sind, offenbar zur Aufnahme von Schnüren als Handhabe. Auf der Aussenseite ist ein Halbmond als Schmuck angebracht. Offenbar ist der Schild von auswärts gekommen; aber es interessirt uns, ihn hier an der Grenze Asiens zu treffen.

c. Langschilde. Langschilde asiatischer Verwandtschaft kommen in Indonesien vor: auf Sumatra, Nias, Flores, Solor, Allor. Das ist die gleiche Verbreitung wie die der Lederschilde, es ist das südliche Gebiet der Rundschilde.

Der Schild von Nias, der den Reigen eröffnen mag, gehört dem Norden dieser Insel an, während auf dem Süden die besprochene, Baluse genannte Form nigritischer Verwandtschaft einheimisch ist. Dieser Dagne ist nicht wie der Baluse leicht, handlich und geeignet, im Handgemenge gebraucht zu werden, sondern vielmehr schwer und gross, eine wahre Festung, hinter welcher die Krieger

sich verstecken, wenn sie auf der Vertheidigungsmauer ihrer Ortschaft stehen. Modigliani vergleicht ihn in der Form mit dem Dajakschild; wie dieser ist auch er oben und unten zugespitzt, aber er ist verhältnissmässig schmäler. Der Dagne ist aus solidem Holze hergestellt, sehr schwer und gewohnheitsgemäss mit Büffelfell überzogen, und zwar ist dieses mit Rotangstreifen aufgenäht. Die beiden Seiten sind mit einem Stocke als Randverstärkung versehen. Der Griff des Dagne besteht aus vier untereinander mit Rotang fest verbundenen Holzstücken, nämlich den beiden wagerecht liegenden Griffhölzern, die wir vom Sulu- und Floresschilde kennen, und zwei kurzen, sie verbindenden und senkrecht zwischen beiden angebrachten Holzleisten. Da es sehr schwer ist, den Schild zu handhaben, wird er zum Gebrauche auf den Kopf gestellt, die Hand fährt durch die Oeffnung des nunmehr oben sich befindenden, für den Arm bestimmten Griffholzes und packt das untere, eigentlich nach oben gehörige Grifftheil. Alsdann drehen sie ihn herum und vermögen ihn nun leichter zu heben, da er ausbalancirt ist. Bei einer Länge von 1,57 m und einer Breite von 0,37 m hat der Dagne ein Gewicht von 5,7 Kilo, bei einer Länge von 1,51 m und 0,34 m Breite ein Gewicht von 3,7 Ko. — Der nächste Verwandte ist ein Battakschild, wie etwa in Fig. 11 abgebildet. Derselbe besteht aus einer Lederplatte, einem breiten, quergelegten Griffholz und einer auf der Aussenseite davor angebrachten Querleiste. Das ausserordentlich dicke Leder ist viereckig, fast rechteckig, 68 cm hoch, unten 31 cm und oben 36 cm breit. An Ornamenten sind aussen Spuren kleiner Sterne eingekratzt. Unten links (nicht mitabgebildet) ist eine kleine Schelle angebracht. Mehrere unregelmässig am Rande angebrachte Löcher und quer über den Schild laufende Schnuren haben wohl einer Garnirung mit Federn, die heute nicht mehr vorhanden ist, gedient. Wenigstens ist ein Schmuck von (oben) Haaren und (unten) Federn an einem sich, wie der eben beschriebene, im Leipziger Museum befindenden Stück, erhalten, das ausserdem gewölbt ist, d. h. im Längsdurchschnitt einen dem Träger zugekehrten offenen Bogen von 17 cm Tiefe darstellt. Sonst ist der Schild in den Dimensionen gleich. — Der nächste Schild gleicher Zugehörigkeit ist der von Allor. (Dazwischen einige schwächliche Instrumente auf Flores und Solor.) Dieser stellt (Fig. 12) eine Holzplatte von ca. 124 cm Länge und 17 cm Breite dar. Sie ist fast rechteckig oben, aber mit einem flachen Einschnitt versehen. Zwei Holzbügel dienen als Griff, von denen der fast genau in der Mitte der Hinterwand an-

gebrachte dem Arme, der unten auf 1/4 der ganzen Länge ungefähr angebrachte, nur halb so starke Griff für die Hand bestimmt ist. Also wie bei dem Dagne von Nordnias greift der Arm beim Erfassen von oben nach unten, dann wird der Schild umgedreht, so dass der Einschnitt nach unten kommt. Die Schildplatte ist ganz leicht gewölbt, sodass die concave Seite dem Träger zu sich befindet. Aussen ist der Schild „mit der Abbildnng des Vorvaters (des Ahnen) als Schutzgeist", dazu noch mit Haarbüscheln ausgeschmückt. Das Geräth heisst Krabi und stammt von den Bergbewohnern Allors. — Zwischen Sumatra und Allor kommen auf Flores und Solor noch schwächere Schilde vor, so z. B. (Berliner Mus. Ic. 18244) in Larantuka auf Flores, ein Holzschild von 87 cm Länge und 11 cm Breite, unten wagerecht, oben aber im Bogen abgerundet. Der Rand ist von Rotang eingefasst, der Griff ist ein wagerecht, 42 cm von oben angebrachter Rotangring. Die Aussenseite ist mit Muscheln ausgelegt. Aehnliche Formen sind in Ratzel's Völkerkunde, 2, Bd. I, S. 378 und bei Jacobsen S. 77 abgebildet. Im Reichsmuseum in Leiden trägt eine grosse Modellfigur einen solchen Schild von Solor. Hier ist aber hinten eine Mittelrippe angebracht und es liegen rechts und links von derselben je ein Griffband, durch deren eines der „Vorkämpfer" den Arm gesteckt hat, den Schild mit der Aussenfläche der Hand, den Daumen auf der Mittelrippe zurückdrückend. Sonst habe ich für diese Gegenden keine Formen dieser Verwandtschaft entdecken können.*)

Der asiatische Schild tritt also von Indien aus wohl ausgerüstet und in altbekannter Form ein, bildet sich im nördlichen Indonesien zum festen Typus aus (Suluschild), wandert aber sonst auf der südlichen Sundakette bis in das Bandameer, auf dieser Bahn sehr variirend, hie und da aber doch immer wieder zur alten Form zurückkehrend. In Verbindung mit dem nigritischen Schilde tritt er häufig auf, von diesem die Holzplatte entlehnend. Wichtig nun wird es sein, wie der Schild sich in Melanesien umbildet.

b) Melanesien. Es sind die mannigfachen Schilde von Neuguinea, dann die selteneren von den Salomonen zu besprechen. In Bezug auf erstere kann ich mich ganz auf Finschs ausgezeichnet genaue Schilderungen berufen, und bedarf es nur einiger Nachträge, wie Beschreibung des Schildes von Mitra und Aehnliches mehr.

---

*) Modigliani: „Nias S. 131/132. Rosenberg S. 164 und Abbildung S. 57. Jocobsen: „Bandameer" S. 77, 93. Gaimard bei Rienzi I. Bd., S. 226.

Es ist bemerkenswerth, dass der grössere Theil Neuguineas und zwar gerade der Indonesien zu gelegene keinerlei Spuren eines Schildes asiatischer Verwandtschaft aufzuweisen hat und dass solche nur dem östlichen Theile der Insel angehören. Das erste Vorkommniss ist in Hatzfeldhafen zu erwähnen, wo Schilde der in meinem Werk über die afrikanischen Culturen Seite 23 abgebildeten Form vorkommen. Dies sind ausserordentlich hohe Schilde, deren Breite nur ein Sechstel der Länge beträgt. Das obere Ende ist ganz abgerundet, unten sind nur die Spitzen gekrümmt. Die Seite ist von einem Rotangstreifen umsäumt. Reiche Ornamente zieren die Vorderseite. Aeusserlich betrachtet würde man den Schild unbedingt zur —-Gruppe Indonesiens zählen und zwar ihn der Celebes - Neuguinea -Verwandtschaft zutheilen, denn er hat eine ausgeprägt dachartige Wand. Dennoch müssen wir ihn den asiatischen Schilden angliedern, da er einen doppelten asiatischen Griff hat. Der äusseren Form nach würde man dagegen die Schilde der Astrolabe-Bai unbedingt der asiatischen Gruppe zutheilen. Dies sind nämlich Rundschilde (Fig. 13). Die Schilde werden aus schwerem Holze und zwar aus den Wurzelstöcken hoher Bäume geschnitzt. Es giebt grosse Exemplare von 80—92 cm Durchmesser und kleine von ca. 40 cm Durchmesser, die in einem Netze getragen werden. Dem ausserordentlichen Gewicht, bis 10 Kilo, zufolge nimmt Finsch an, dass sie nicht mit in den Kampf genommen werden, sondern bei der Vertheidigung der Dörfer Anwendung finden. Sie werden in den Gemeindehäusern aufbewahrt und sind Dorfeigenthum. Aussen sind sie in Relief mit einem Kreuz und sonstigen Linien ornamentirt. Der Griff ist sehr eigenartig. Auf der inneren Fläche erheben sich zwei längliche Buckel, aus dem Ganzen gearbeitet und jeder mit einem Bohrloch versehen, durch die die Schnur gezogen wird, die nach Finsch als Handhabe (?) dient. Es wird Niemand, der diese Schilde genau betrachtet hat, ganz so scheinen, als ob dieser ziemlich lange Strick eine geeignete Handhabe darstellt und dass er somit ein zweifelloses Argument für die asiatische Verwandtschaft ist. In der That ist die Sache complicirt. Nach einer in meinem Besitze sich befindenden Photographie wird der Schild auch ganz eigenartig gehandhabt, nämlich vom Bogenschützen über die linke Schulter gehängt. Ich habe darauf später zurückzukommen. — Viel eher ein asiatischer Schild ist der von Finschhafen (Fig. 14). Diese Schilde sind 1,60 m bis 1,80 m lang nnd ca. 40 cm breit, so dass sie einen Mann ziem-

lich decken. Dabei sind sie auch sehr schwer. Zuweilen zeigen sie auf der Vorderseite originelle Bemalung in Farben. In Adolfshafen sah Finsch ähnliche Schilde, lang, schmal, an einem Ende abgerundet, an dem andern gerade, mit schwarz und weiss bemalt. Der Längsachse nach sind die Schilde gebogen, zurückgewölbt; sie tragen zwei Griffe aus Rotang, einen breiteren unteren und einen einfachen oberen. Das ist echt asiatisch. — Der Schild von Mitrafels (Fig. 15) stammt aus dem Museum in Leiden. Das Reichsmuseum hat zwei derartige Schilde 1168/3 von 68 cm, 1156/4 von 87 cm Höhe bei $^1/_3$ grösster Breite. (Ein Exemplar bei Edge Partington hat 35″ Länge bei 12″ Breite.) Es sind das Holzplatten mit einem Rotangüberzug und einem Bügel für die Hand. Oben sind sie zugespitzt, unten stark abgeschnitten. — Im südöstlichen Gebiet sind mehr Formen zu erwähnen. Solche von Teste sind rechteckig, etwas concav, mit feiner Schnitzarbeit im Relief. Daneben tritt ein länglich ovaler, aussen mit feiner Schnitzarbeit und Bemalung und vor Allem mit einem echt asiatischen Griff aus Holzstäben und Strickwerk auf. Erstere sind ca. 1 m hoch und 40 cm breit, letztere bei 90 cm bis 1 m ebenso breit Doch giebt es hier an der Ostspitze auch runde Schilde. — Ferner der Schild von Trobriand. Derselbe besteht aus leichtem Holze und ist 75 bis 80 cm lang, oval und zwar unten breiter und an der breitesten Stelle etwa 28 bis 32 cm breit. Der Griff: zwei querliegende Rotangbänder auf $^2/_5$ vom oberen Rande. Zuweilen auf der Aussenseite eine zierliche Bemalung in veränderlichen Mustern. — Endlich als letzte Form der ovale Schild von Keraepunu. Er kommt nur in der Nord- und der Kappel-Bai vor und ist für diese Gegend charakteristisch. Es ist das eine oben und unten abgerundete Holzplatte meist in 8-Form, also seitlich eingeschnürt in der Mitte. Maasse: Länge 85 cm, Breite auf ein Viertel von oben und von unten ca. 45 cm, in der Mitte, also auf einhalb, ca. 30 cm. Die Hälfte der Holzplatte ist so, dass nur oben und unten ein Viertel frei bleibt, mit einer feingeflochtenen Rotangdecke umgeben, die mehr Festigkeit bieten soll. Hinten in der Mitte ein wagerechter, ins Holz eingebohrter Rotanggriff.*) — Wir sehen also, dass die Verbreitung der Schilde dieser Verwandtschaft, wie ja überhaupt der Schilde, eine sehr be-

*) Finsch: „Ethnol. Erf.“ S. 119, 168/169, 172, 216, 645. „Samoafahrten“ S. 78, 108, 178, 271, 282. Edge Partington Th. I, Taf. 282, No. 3; Taf. 283, No. 1, 4; Taf. 284 No. 3. Th. II, Taf. 157, No. 1. A. B. Meyer und Parkinson: „Masken und Schnitzereien“ Taf. VIII, Fig. 2. Bastian: Sumatra Taf. I, No. 2.

schränkte ist und dass sie mehr Lücken aufweist wie wir es bisher kennen gelernt haben. In dem Schilde von Hatzfeldhafen macht sich ein Uebergang zu indonesischen Formen bemerkbar; das ist eine Mischform (dachartig mit asiatischem Griff), wie sie aus Indonesien selbst mir nicht bekannt ist. Dabei ist bemerkenswerth, dass die Griffe auf Neuguinea zum grössten Theile schwächlich sind, und dass summa summarum ein einheitlicher Typus, wie ihn doch z. B. der Bogen Neuguineas darstellt, sich nicht herausgebildet hat. Daher dürfen wir die kleine Gruppe von Verwandten der asiatischen Schilde, die wir auf Neuguinea gefunden haben, als eine schwächliche Nachkommenschaft der asiatischen Schilde in Indonesien bezeichnen. Es wäre in Melanesien zu prüfen, ob sich hier die Verhältnisse ebenso erweisen, also ob die ausgesprochene Ansicht hier noch weitere Belege findet.

Im östlichen Melanesien und zwar auf dem Uebergangsgebiet von Neuguinea nach den Salomonen trafen wir nigritische Schilde an (Fig. 4). In den Marawatschilden von der Gazellehalbinsel, die vor allem aus Rotang bestehen, ist ein Uebergang zum Schilde von Neuguinea vertreten, der auf der anderen Seite nach den Salomonen weist. Auf einer anderen Gruppe sind Schilde nicht nachgewiesen; wenn auch Quiros solche in Merena und D'Entrecasteaux auf den Luisiaden solche gesehen haben will, so hat doch eine nähere Durchforschung dieser Gegenden keinen thatsächlichen Beleg hierfür erbracht.

Auf Florida, Guadalcanar, Isabel, San Cristoval und, wenn auch weniger allgemein auch auf der Insel Malanta wird hauptsächlich mit dem Speere gefochten. Man pflegt im Allgemeinen den Schild als Begleitwaffe des Speeres zu bezeichnen, aber auf San Cristoval fehlt er, und statt seiner dient hier, wie schon oben erwähnt, die Keule. Auch auf Bougainville und den benachbarten Inseln fehlt der Schild. Da, wo er vorkommt, misst er im Allgemeinen (nach Guppy) 3 Fuss der Länge und 9—10 Zoll der Breite nach. Gewöhnlich bestehen sie aus einer Schilf- oder Rohrplatte, die durch Rotang zusammengehalten wird. Auf einigen Inseln, wie auf Florida und Guadalcanar sind sie mit feinem Flechtwerk bedeckt und die den Häuptlingen gehörigen Stücke mit Perlen geziert. Auf anderen Inseln, wie auf Isabel und Choiseul sind sie roher und der zierliche Ueberzug fehlt. Auf diesen beiden genannten Inseln sind sie in der Form rechteckig, während sie auf Florida und Guadalcanar mehr oval und in der Mitte zusammengezogen sind. In den deutschen Museen finden sich mit unbedeutenden

Ausnahmen nur die Schilde von Florida etc., die aus einer rotangdurchflochtenen Rohrplatte von 85—90 cm Länge bei ca. 25 cm grösster Breite (nach unten zu) und ovaler Gestalt bestehen. Der Griff wird durch einen horizontalen, rotangumsponnenen Ring dargestellt, der wohl als asiatischer Abkömmling aufzufassen ist. Ein ausserordentlich kunstreich und zierlich auf der Aussenseite mit Muschelstückchen in Mosaikarbeit ausgelegter Schild im Leidener Reichsmuseum (924/55) von 72 cm Höhe hat aber noch einen anderen Halt. Auf der Rückseite sind nämlich in ziemlich gleichen Abständen 7 hölzerne Querleisten angebracht. Sie werden zusammengehalten von einem starken, oben und unten spitz zulaufenden, der Höhe der Schilde an Länge entsprechenden runden Stabe, der auf dem Rücken der Querleisten liegt und somit durch sie vom Schilde getrennt wird. Zwischen der dritten und vierten Querleiste ist ausserdem ein asiatischer Querriemen aus Rotang angebracht. Der Stab erinnert an die nigritischen Griffhölzer. — Einen rechtwinkligen Schild von Flechtwerk, 35 Zoll hoch, oben 7 unten 9 Zoll breit (also oben schmäler als unten) bildet Edge Partingten ab, ebenso einen stark zurückgewölbten, reich ornamentirten Schild aus Holz etc. — Unser ganzes Interesse nehmen aber die merkwürdigen Schilde von Santa Anna in Anspruch, deren sich einige im Leipziger Museum befinden. Edge Partington bildet die beiden wichtigen Formen ab. Beifolgend abgebildetes Stück (Fig. 16) gehört einer Privatsammlung an und ist genau 1 m lang. Die Breite beträgt oben etwa ein Siebentel, unten fast ein Sechstel der Länge. Nach beiden Enden ist die Fläche zugespitzt. Das merkwürdige an diesen, aus einem Stücke geschnitzten Holzschilden ist der Griff und der Obertheil. Für den Griff sind nämlich zwei Holzbuckel, ähnlich wie beim Astrolabe-Schilde (Fig. 13) hergestellt. Der Griff selbst fehlt. Oben an der Spitze befinden sich aber zwei längere, mehrfach durchbohrte Holzstreifen im Sinne (aber länger als sie) der beiden Griffbügel. Wozu diese dienen (vielleicht zur Anbringung von Pfeilen, also quasi als Köcher?) ist unbekannt. Besonders bei anderen Formen, deren unteres Drittel bis auf einen Stab ausgeschnitten, sodass der Schild wie gestielt ist, und bei denen die Spitze bis auf die oberen Leisten ausgeschnitten ist, erinnert das an nigritische Formen (Neuholland!). Und die Buckelbildung entspricht ja durchaus dem Princip des ausgespaarten Griffes der —-Schilde. Liegt darin eine Annäherung an nigritische Formen, so erinnert doch der quer angebrachte Riemen

als Griff an die asiatische Schildform und sobald der Schild aus Geflecht besteht, dieser an die Hauptindustrie der vormalajischen Kultur. — Endlich sei noch erwähnt, dass Sürville einen Schild von Port Prasslin auf Isabel abbildet, der oben sehr stark ausgeschnitten und seitlich zusammengedrückt, sonst aber von ovaler Gestalt ist. Nach Angabe des Seefahrers bestand er aus gespaltenem Rotang und war wie Korbmacherarbeit geflochten. An der einen Seite waren zwei Griffe angebracht, durch die man die Arme steckte. „Sie bedecken sich damit, wenn sie in ihren Canots sitzen, den Rücken und den Kopf, und bedienen sich ihrer auch als Regenschirm. Einige von diesen Schilden sind an den vier Ecken mit Quasten und Troddeln besetzt, die aus einer Art Band von gelbem und rothem Stroh verfertigt werden.“ Guppy hat diese Schilde nicht angetroffen.*)

c) Geographische und formale Entwickelung der asiatischen Schildformen. Das Entwickelungsbild ist verhältnissmässig klar. Der asiatische Schild zieht in kräftiger und ursprünglicher Form im westlichen Indonesien ein; auf einem zungenartigen Streifen pilgert er durch die nördlichen Gebiete, hier einen festen Typus im Suluschilde hervorbringend. Im südlichen Gebiet Indonesiens zieht er bis zu den äusseren kleinen Sunda, hie und da in ursprünglicher Gestalt, bald aber auch in Mischformen Stationen der Wanderung gründend. Nach Osten zu kommt dann ein grosses Gebiet, auf dem die Schildform fehlt und endlich tritt er im östlichen Neuguinea und im anschliessenden Melanesien, auf einer ziemlich grossen Fläche also, aber arg verkümmert und variantenreich, auch nicht gleichmässig, sondern nur ab und zu, also verstreut auf, nicht in einem festen Typus, sondern in allen möglichen schwankenden Gestalten. Das ist ein Aussengebiet, eine Ausbreitung über das eigentliche Machtgebiet der asiatischen Cultur in Oceanien. Der Anschluss fehlt ja nicht; er ist in dem dachförmigen Schilde von Hatzfeldhafen geboten. Es ist aber kein fester Zusammenhang, sondern nur der trümmerhafte Ueberrest eines einmaligen Einfalles.

Der asiatische Schild ist ein echter Speerschild und ist es auf der ganzen Wanderschaft fast geblieben. Wir sahen aber im Astrolabeschild, dass er in dem Aussengebiet auch seiner Bestimmung untreu geworden ist. Und

*) Guppy S. 75. Codrington S. 305. Parkinson: „Zur Ethnographie der nordwestlichen Salomoinseln“, S. 2 Sürville bei Bligh „Reise in das Südmeer“ 793, S. 311, 326. A. B. Meyer und Parkinson Taf. 18. Siehe auch Schmeltz: Cat. Mus. God. etc.

dies nicht nur in der Astrolabebai. Auch vom Schilde der Eingeborenen in Port Prasslin sagt Sürville, er diene zum Schutze gegen Pfeilschüsse.

Demnach ist alles leicht verständlich: Im Westen stark. Dann abgewandelte Formen. Im Osten abgeflacht, kümmerlich. Das ist das Bild eines nach Osten vorrückenden Geräthes.

III. Vormalajischer Schild.

Vom vormalajischen „Bogenschilde“ sind noch kümmerliche Reste vorhanden, die arg aufgesucht sein wollen. Wir wollen daher von vornherein an die Frage denken, ob die Erscheinungen, die wir auf den Bogenschild hindeuten, nicht vielleicht sporadisch, nebensächlich sind und im Zusammenhange mit anderen Thatsachen eine einfachere Erklärung finden; ob es nicht also unberechtigt sein könnte, eine eigene Entwickelungsreihe anzunehmen. Wir wollen diese Frage also nicht vergessen und sie uns bei jeder einzelnen Form stillschweigend ins Gedächtniss zurückrufen.

1. Der Schild der Aru-Inseln. (Fig. 17.) Der Wichtigkeit halber wollen wir alle hierher gehörigen Notizen zusammenstellen. Schon Wallace bemerkte: Einer der Kriegsschilde wurde mir zum Ansehen gebracht; er war aus Rotang gefertigt und mit Baumwollgarn bewickelt, sodass er leicht, stark und zugleich sehr fest war. Ungefähr in der Mitte befand sich ein Armloch mit einem Verschluss oder einer Klappe darüber; der Arm kann hindurch gesteckt und der Bogen gespannt werden, während der Körper und das Gesicht bis zu den Augen hinauf bedeckt blieben, was nicht geschehen kann, wenn der Schild an Schlingen, welche hinten in der gewöhnlichen Weise befestigt sind, am Arme getragen wird. — Nach Bastian tragen die Orang Gunung auf den Aru einen halben Harnisch aus Rotang, um beim Bogenschiessen geschützt zu sein. — Neben dem „grossen“, mit Casuarfedern umsäumten Schild von Baumbast erwähnt Rosenberg den aus biegsamen Zweigen geflochtenen Kürass, den Djabi. — Ribbe, der den ersten dieser Schilde nach Europa brachte (Museum in Leipzig!) schreibt: Zu seinem Schutze benutzt der Arunese einen Schild, Djabi genannt, es ist dies ein viereckiges, in der Mitte gebrochenes, nach den Seiten abgedachtes, festes Geflecht aus spanischem Rohr, in dessen Mitte sich ein Loch mit Deckel befindet. Er ist sehr selten. Der Djabi wird mit der Schnur fest um den Hals über die Schultern gebunden,

demnach ragt der Kopf über den Schild hinaus; in das in der Mitte sich befindende Loch wird der linke Arm gesteckt, somit also der Schild von dem dahinter Schutz Suchenden an der linken Seite getragen. Mit der durchgesteckten Hand hält der Kämpfer seinen Bogen in der Mitte fest, während er mit der rechten Hand den Pfeil an die Schnur setzt und den Bogen beim Schiessen spannt. Indem der Kämpfende auf der Erde kauert, findet der Körper Schutz hinter dem Djabi. — Der Baron van Hoevell, Resident von Amboina, hat sowohl dem Berliner, als dem Leidener Museum je ein Exemplar dieser seltenen und und seltsamen Waffe geschenkt, und Schmeltz gebührt die Ehre, als Erster ihn eingehend erörtert und abgebildet zu haben. Schmeltz schreibt: Der Panzer ist über einer Grundlage von Rohr (Rotang) aus Cocosfaserschnur geflochten. (Hierdurch wird die Angabe bei de Hollander, als bilde Baumrinde das Material, berichtigt.), von aussen convex, von innen concav und am unteren Ende viel schmaler als am oberen. Als Verzierung sind Stückchen rothen Baumwollstoffes in Querreihen eingeflochten. Den oberen Rand bildet ein dicker Wulst von Tau und Rotang, dessen eines Ende in eine dicke Schnur, und dessen anderes in eine Schleife von demselben Material übergeht. Etwas unterhalb dieses Wulstes befindet sich an der Aussenseite eine Oese für die Aufnahme eines Rohrschaftes, eines Büschels von Paradiesvogelfedern (diesen Schmuck habe ich in meiner mehr schematischen Zeichnung fortgelassen. L. F. —) und noch weiter unten auf der Mittellinie eine vierseitige Oeffnung, hinter einem vom oberen Rande derselben ausgehenden, schräg gestellten Stück von Flechtwerk. Innen ist am oberen Rande der Oeffnung ein von Blattstreifen geflochtenes Band befestigt. Herr Baron von Hoevell theilt uns mit, dass dieser Panzer, dessen einheimischer Name „Djabi“ ist, im Innern von Trangan bei den Alfuren im Gebrauch sei. Mittelst des am oberen Rande befindlichen Taues wird er über der linken Schulter befestigt und der linke Arm durch das Loch gesteckt, behufs Hantirung des „Fir“ genannten Bogens. Die solcher Gestalt gedeckte linke Seite wird dem Feinde zugekehrt; in die Schleife am oberen Rande hängt der Krieger sein entblösstes Schwert, um es nöthigen Falles mit der rechten Hand leicht ergreifen zu können.*) — Wir haben es hier mit einer Schutzwaffe, halb Schild,

*) Wallace: „Der Malayische Archipel“ Bd. II, S. 244. A. Bastian: „Timor“ S 96. Rosenberg S. 339. Ritte: „Aru“ S. 183/4. Schmeltz im Intern. Archiv für Ethnographie, Bd. VIII, S. 893. S. 59/60. Schmeltz und de Clerq S. 235/36.

halb Panzer zu thun, die entschieden besonders geeignet erscheint, dem Bogenschützen ein Schutz zu sein und die andererseits keinerlei Beziehungen zu einer der bisher besprochenen Schildformen verräth, weder im Material noch in der Gestalt, noch in der Griffconstruction. Jetzt gilt es, Verwandte dieser einsamen Bogenschilde aufzufinden.

2. Weitere Bogenschilde. — Im Papuagolfe ist ein eigenartiger, Käs oder Lana genannter Schild heimisch, wie es sonst in Neuguinea nicht nachgewiesen wurde (Fig. 18). Es ist das entweder eine langrechteckige — meist unregelmässige — oder eine ovale Schildfläche. Die Länge dieser Schilde zur Breite schwankt zwischen $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ zu 1, wobei die Höhe um ein Beträchtliches einen Meter sowohl überschreiten wie nicht erreichen kann. Die Vorderfläche ist mit eigenartigen Mustern in Relief verziert und mit schwarzer, rother und weisser Farbe bemalt. Am oberen Rande ist ein rechteckiger Einschnitt angebracht und zwar in der Mitte und bei etwa $^1/_3$ der ganzen Breite des Schildes stets tiefer als breit, sodass der Schild oben in zwei Rechtecken oder — bei den ovalen Formen — in zwei Hörnern ausläuft. Unter dem Einschnitt sind zwei Löcher durch das Holz gebohrt, die ein langes Band, den Traggurt, festhalten, dessen beide Enden hindurchgeschlungen und auf der Aussenseite in dicke Knoten geschlagen sind. Dazu sagt Finsch: „Der rechtwinklige Ausschnitt am oberen Rande wird für die Form dieser Schilde charakteristisch und ist für den linken Arm freigelassen, da der Schild an dem in der Rückseite befestigten Bande über die linke Schulter getragen wird.“ Das ist offenbar ein ganz echter Bogenschild, der dem Aruschilde im Traggurt sowohl als in dem Ausschnitt für den linken Arm durchaus verwandt ist. — Im Leidener Museum befindet sich unter 1016/4 ein in die gleiche Gruppe gehöriger Schild von Solor. Derselbe stellt eine Holzplatte von 69 cm Höhe und ca. 20 cm Breite dar. In den oberen Rand greift von oben nicht ganz 20 cm tief ein einem Drittel der Breite des ganzen Schildes entsprechender, rechteckiger Ausschnitt ein, unter dem der Schild zweimal zur Aufnahme des Traggurtes durchbohrt ist. Auf der Mitte der Vorderseite, also von dem Ausschnitt bis an den unteren Rand läuft eine ganz schmale erhöhte Leiste. Sonst ist die Vorderseite mit Muscheln und Malerei geschmückt. Der ganzen Form mit den beiden Constructionsprinzipien des oberen Einschnittes und des langen Traggürtels zu Folge muss dieser Schild als der nächste

Verwandte jener der Papuaschilde bezeichnet werden. — Ferner ist hier zu nennen Ic. 18 804, ein Schild im Berliner Museum von den Bergbewohnern der Insel Allor stammend, mit Namen Kalili. Es ist dies eine 93 cm hohe und ca. 23 cm breite Lederplatte von rechteckiger Gestalt, die oben in der Mitte mit einem rechteckigen Ausschnitt an Breite einem Drittel des ganzen Schildes entsprechend, versehen ist. Darunter sind als Zierath wohl einige Löcher und Ritzen angebracht. Ein langer Schultertraggurt, aus einem Zeugstreifen bestehend, der wieder durch zwei Löcher geführt ist, hängt hinten in der Mitte herab. — Damit ist die Zahl der mir bekannt gewordenen Schilde mit den beiden bezeichnenden Merkmalen des oberen Einschnittes für den linken Arm und des Traggurtes erschöpft und es sind nun die Schilde zu erwähnen, die nur das eine, das andere Merkmal aber nicht aufzuweisen vermögen. Als wichtiger erscheint dabei unbedingt der Traggurt. Ich kenne folgende Schilde mit Traggurt. — In Angriffhafen auf Neuguinea (Nordküste) ist ein viereckiger, verhältnissmässig schwerer, gestreckter Schild heimisch (Fig. 19). Als Länge giebt Finsch 1,10 m, als Breite 48 cm an. Länge zur Breite verhält sich meist wie 3 zu 1. Zuweilen geht von der Mitte des oberen Randes ein kleiner flossenförmiger Fortsatz aus. Jedenfalls fehlt ein Einschnitt stets. Die Vorderseite ist in Relief mit allerhand Schnitzwerk bedeckt, zumal häufig mit den Bildnissen des Menschen oder vielleicht auch eines Reptils. In der Mitte ist der Schild zweimal durchbohrt und der aus Bast- oder Tapastreif bestehende Schultergurt hindurchgezogen sowie aussen verknotet. Weiterhin sind die oben beschriebenen Schilde der Astrolabebai von runder Gestalt, aber mit zwei Buckeln zur Aufnahme des Riemens oder vielmehr Strickes hierher zu rechnen (Fig. 13). Denn wie aus der anderen Ortes wiedergegebenen Abbildung eines Bogenschützen der Astrolabe-Bai hervorgeht, wird der Schild mit dem Stricke über die Schulter gehängt. Hinge das schwere Geräth über dem Arm, so würde die Sicherheit beim Schiessen ausserordentlich behindert. Andere Schilde aus Deutschneuguinea stellen langgestreckte Rechtecke aus Weidengeflecht mit einfachem oder gar doppeltem Tragstrick dar. Es ist auch möglich, dass Schilde wie Fig. 16 von Santa Anna einen Schultertraggurt besessen haben. Zu dieser Annahme führt mich wenigstens die Analogie des Griffbuckels, die denen der Astrolabe-Bai entsprechen. — Weniger Gewicht möchte ich auf das Vorkommen eines oberen Ausschnittes an Schilden mit nigritischem

und asiatischem Griff legen. Immerhin verdient das Vorkommen eine Erwähnung, zumal, wenn dies bei Schilden wie dem von Sürville abgebildeten (Isabell) beobachtet wird, die aus Rotang bestehen. Einschnitte dieser Art kommen weiterhin auf Flores und anderen kleinen Sunda vor. Endlich muss an die Schilde von den Philippinen (Fig. 6) erinnert werden. — Wichtig ist die Frage nach dem ursprünglichen Material der Bogenschilde. Nur der Aru-Schild besteht aus Flechtwerk, die meisten aus Holz und der Schild von Allor sogar aus Leder. Und dennoch halte ich die geflochtenen Schilde für die ursprünglichen, aus Gründen, die sich im nächsten Abschnitt von selbst ergeben.

Aus Flechtwerk besteht eine verhältnissmässig grosse Anzahl dieser Schutzwaffen. Da sind die schönen Salomonenschilde, die Maravotschilde von Neupommern, Schilde aus Deutschneuguinea. Der Schild von Keraepuno ist mit feinem Flechtwerkbezug, der von Mitrafels mit kräftigerem bedeckt. In Indonesien wäre vor allem an die aus Flechtwerk und Holzgriff zusammengesetzten Schilde von Borneo zu erinnern. Jacobsen sagt: „An der Ostküste von Djampea (zwischen Celebes und Flores) sollen aus Rotang geflochtene Schilde im Gebrauch sein, der Art, wie wir sie später nur ein einziges Mal auf Bonerate erwarben. Die Besitzer der Rotangschilde sollen Ureinwohner sein, Reste einer heidnischen Bevölkerung, die wohl nie ein Europäer aufgesucht hat.“ Der Schild von Bonerate ist mir in Jacobsen's Sammlung entgangen. Aber es giebt nach der Litteratur auch sonst Rotangschilde auf den kleinen Sunda, so dass die Verbreitung derselben sich weit über die Mittelachse nachweisen lässt.*)

3. Brustschilde. — Von Neupommern bis in das westliche Indonesien ist ein merkwürdiges Geräth heimisch, das unter dem Namen „Kampfschmuck“ gewöhnlich aufgeführt wird. Dieses Geräth stellt eine meist herzförmige Rotangplatte von ca. 30 cm Länge und etwa 22 cm Breite — das sind die grossen Dimensionen — dar. Mit Eberzähnen und Abrusbohnen ist die Vorderseite zierlich geschmückt. Auch ist die Platte manchmal keilförmig ausgeschnitten und die Lücke durch Reihen von Hauern ausgefüllt. Diese Brustschilde, als welche ich sie aufführen möchte, werden um den Hals getragen, sodass sie die Brust decken, auch wohl auf dem Rücken und im

---

*) Haddon: „Decorative Art“ Taf. VI, No. 89, 90, 93—97 etc. Finsch: „Ethnol. Erf.“ S. 119, 216. Samoafahrten, S. 237. — Jacobsen: Bandameer S. 30.

Kampfe mit den Zähnen. — Polynesien hatte ganz entschieden ähnliche Schutzwaffen, obgleich mir noch keine zu Gesicht gekommen ist. Sie spielen in der Litteratur eine ziemlich bedeutsame Rolle. Wilson und Cook erwähnen von Tahiti die „geschmackvollen" und „schön befiederten Brustschilde". In Forsters: „Tagebuch" treten Brustschilde mit Federn von den hellsten „Farben geziert" auf. Der alte Zimmermann berichtet, dass die alten Hawaier die Götterbilder „in Form eines Brustschildes von einer Art dünnen und biegsamen Holzes flochten." Aber mehr hören wir nicht, können jedoch feststellen, dass die Polynesier geflochtene und mit Federn gezierte Schilde, die auf der Brust getragen wurden, besassen. — Im Anschluss hieran wären dann einerseits die hölzernen wohlbekannten Brustschilde der Osterinsel — Jacobsen fand Aehnliches auf der Timorlaut-Gruppe — und die Perlmutterschalbrustschilde der östlichen Melanesier und Polynesier zu vermerken. Dies alles gewinnt einen gewissen Werth, wenn wir hören, und zwar aus so guter Quelle wie Rosenberg, dass die Bogenschützen von Dorey (Neuguinea) zur Vertheidigung platte Schalen der Perlmuschel an der linken Seite trugen.*)

4. Panzer etc. Im Anschluss an die letzte Notiz sei an die Panzer aus zusammengesetzten Muschelschalen, sowie solche aus Rotang mit aufgesetzten Muscheln erinnert, die in Celebes, auf den Sulu und auf Mindanao getragen wurden. Ich glaube nun, dass wenn man die Panzer heranziehen will, man sich auf bestimmte Vorkommnisse beschränken muss. Bedenken wir, dass die Lederpanzer in Indonesien genau die Verbreitung der Rundschilde auf der südlichen Inselkette haben, nämlich von hier bis in die kleinen Sunda, dass im Norden fertige „Jacken" und sogar Hosen (Auf Celebes und Philippinen sogar Panzerhemden) einen Anschluss an asiatische Merkmale bilden, so wird man sich hüten müssen, z. B. die Kürasse der Gilbertinseln (vergl. Schmeltz im Cat. Mus. God.) und die Jackenpanzer der Dajak mit bestimmten einfachen Rotangpanzern in Beziehung zu bringen, die sich nur vom westlichen Melanesien an östlich nachweisen lassen. Da sind z. B. die Pa-ite genannten Leibgurte von Allor, von etwa 13½ cm Breite und an Länge dem Taillenumfange entsprechend,**) die um den Leib geschlungen wurden und als Schutzmittel gegen Pfeile

---

*) Vor Allem Abbildungen bei Schmeltz und Finsch, dann Cook, Forster, Zimmermann, Wilson etc. Rosenberg: „Mal Archipel" S. 447. Jacobsen: „Bandameer" S. 241.

**) Berliner Museum Ic, 19 059.

dienten. An der Küste hiessen sie „bana“ und das erinnert an „Pana“ = Pfeil oder noch öfter Bogen. In Buton erwähnt Jacobsen eine Art Panzer aus feinem Rotang. Und daran reihen sich dann die Rotangpanzer, die D'Albertis am Fly-Fluss und Finsch in Angriffshafen entdeckten, an, und die aus einem breitem Ringe aus Rotanggeflecht bestehen. Die von Angriffshafen haben am unteren Rande eine Taillenweite von 77—83 cm, sind also sehr eng. Diese Panzer müssen über die Hüften gezogen werden, derart, dass die höhere hintere Seite den Nacken deckt, und werden mit zwei Bändern über die Schultern befestigt. — Ich kann mich an dieser Stelle nicht eingehend mit dieser Schutzwaffe beschäftigen und beschränke mich demnach auf den Hinweis auf diese Gruppe von Vorkommnissen, die durch die Gemeinsamkeit des Materiales und der Construction sowie das gemeinsame Grundprinzip eines Schutzes gegen Pfeile zusammengehalten werden.

5. Zusammenfassung. — Es sind im Wesentlichen die Thatsachen, aus denen man das Bild des Wesens und der Verbreitung des vormalajischen Schildes wird ergänzen müssen. Kehren wir zur Capitelfrage zurück, ob das Angeführte auch wohl alles zusammengehört und in derart enger, entwickelungsgeschichtlicher Beziehung steht, dass es unter einem Titel vereinigt werden darf, so können wir wohl mit gutem Recht bejahen. Denn:

a) Es lässt sich doch das alles auf ein Ausgangsmaterial, nämlich den Rotang resp. das Rotanggeflecht zurückführen.

b) Allen diesen Schutzvorrichtungen liegt das Prinzip der Entlastung der Hände sowie der Belastung der Schultern zu Grunde.

c) Wirklich „floriren“ thut die Menge dieser Erscheinungen nur im eigentlichen Bogengebiet, wo also der Bogen die Hauptwaffe ist.

Für die Entwickelung des Bogenschildes ist aber eines maassgebend und zu bedenken, dass der Schild nur und lediglich dem Bogenschützen von absolutem Werthe ist, dass er also bei einer Waffentheilung überall, wo noch der Speer dazutritt, werthlos wird, weil er hindert. Daher die Neubildung des Astrolabe- und Attaque-Bai-Schildes. Heute aber ist er auch in Melanesien in Gegenden selten, wo nur mit dem Bogen gekämpft wird. Deshalb die geringe Verbreitung des Bogenschildes und noch mehr die ausgeprägten Anzeichen einer Verkümmerung und des Verschwindens. Es ist das eine Ueberlegung, die wir anstellen müssen, und deren Ergebniss sehr wichtig

und auch nothwendig ist, wenn wir die Verbreitungsart und das Formproblem des vormalajischen Bogens überhaupt verstehen wollen. Sicher ist, dass der vormalajische Krieger sich durch Rotangflechtwerk wappnete.

IV. Allgemeine Uebersicht über die Schilde Oceaniens.

Fassen wir nunmehr nochmals die wesentlichsten Punkte zusammen zu einem geschlossenen Bilde.*)

Oceanien besitzt drei verschiedene Schildformen, die in keinerlei Beziehung hinsichtlich ihres Ursprunges stehen, nämlich den nigritischen Holzschild, den asiatischen Lederschild und den vormalajischen Rotangschild. Der erstere ist charakterisirt durch das Prinzip der Kantenwirkung in senkrechter Richtung, ist demgemäss gestreckt und mit einem senkrechten Griff versehen. Der asiatische Schild ist durch das Prinzip der Wölbungselasticität ausgezeichnet, ist demnach rund und besitzt zwei Griffe für Arm und Hand. Der vormalajische Schild ist gekennzeichnet durch das Prinzip des Flächenschutzes, ist demnach gestreckt und mit Vorrichtungen zum Tragen über der Schulter, dabei Freihalten des linken Armes etc. versehen.

Die Verbreitung ist eine einfache. Der Südachse gehört der nigritische und der Mittelachse der vormalajische Schild an. Der asiatische Schild dagegen beschränkt sich noch auf Indonesien, hat aber im östlichen Indonesien ein Lehngebiet verkümmerter Formen.

Der Zweck der drei Schildformen geht aus der Construction hervor. Der nigritische Schild dient dem Pariren, der asiatische dem Auffangen der Hiebe und Stiche. Dem nigritischen Schilde entspricht eine hölzerne Waffe und mehr der Einzelkampf, der asiatischen die Eisenklinge an Schwert und Speer. Der vormalajische Schild endlich ist nur für einen Bogenkampf geeignet, da für Speer-

---

*) In Anmerkung soll wenigstens noch eine knappe Uebersicht der Formen geboten werden.

I. Nigritische Gruppe.
   1. ursprüngliche Form,
   2. ⌒-Form,
   3. —-Form.

II. Vormalajische Gruppe.
   1. Aruschild,
   2. einfache Bogenschilde,
   3. Bruststchilde, Rotangpanzer etc.

III. Asiatische Gruppe.
   1. Rundschilde (meist Leder),
   2. Langschilde (meist Holz),
   3. Melanesische Formen (verkümmert).

stich und Schwert- oder Keulenschlag der Griff zu schwach ist.

Das Alter der Schilde ist nicht schwer zu bestimmen: Bedenken wir, dass der nigritische Schild noch einer Kampfweise der primitivsten Art, nämlich dem Einzelkampf oder Zweikampf sein Dasein verdankt, dass der asiatische Schild von der Eisenbewaffnung begleitet ist und der vormalajische Schild einem Bogenkampfe, der zwischen beiden steht, angehört, so ist die Reihenfolge: nigritischer, vormalajischer und asiatischer Schild eine der Natur der Sache am nächsten kommende.

Die Verwandtschaft betreffend ist zunächst das Fehlen eines Zusammenhanges untereinander bedeutsam. Sie verändern sich wohl oberflächlich, nämlich nur im Material, treten aber nur nebeneinander auf: (z. B. auf Allor, wo alle drei Schildformen nachgewiesen wurden). Ueber die Abstammung ist nur hinsichtlich des asiatischen Schildes, der wie auf der ganzen Breitseite der in allen Erdtheilen siegreich vordringenden asiatischen Cultur auch in Oceanien noch bei der Wanderung über die Grenzen der engeren Heimath heraus angetroffen wurde etwas Abschliessendes zu sagen. Der nigritische Schild ist auch in Afrika heimisch, ohne dass wir jedoch sagen können, dass er von Oceanien nach Afrika oder umgekehrt gewandert sei. Der vormalajische Schild jedoch ist auch bei Abai, Padam und nördlichen Naga, also im Innern Hinterindiens angetroffen. Wir ahnen also wenigstens etwas hinsichtlich des Ursprungslandes der vormalajischen Cultur. Dass der Schild nach Afrika in den afrikanisch-malajischen Culturbesitz gelangte, (U. d. afrikanischen Cultur Fig. 16) wurde anderen Ortes besprochen.

Ich will damit weiter nichts bewiesen haben, als aufs neue das „organische Wesen“ materieller Culturbesitze. Dass eine Anhäufung derartiger Studien zuletzt die weitgehenden Schlüsse über die Geschichte der Culturen und auch der Völkerbeziehung gestatten, habe ich in diesen Blättern dargelegt.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Die Lebewesen im Denken des 19. Jahrhunderts.

25

Nach einem Vortrag,

gehalten vor der Litterarischen Vereinigung im Künstlerhause zu Berlin

am 5. Februar 1900

von

H. Potonié.

Mit 11 Bildnissen.



BERLIN 1900.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Niemand zu Lieb', Niemand zu Leid!

Es ist keines der Schlagworte üblicher Art, wenn das 19. Jahrhundert das Zeitalter der Naturwissenschaften genannt wird, denn in keinem anderen ist in Folge weitgehender staatlicher Unterstützungen der Naturforschung von so vielen Seiten mit gleicher Emsigkeit gearbeitet worden und in keinem haben daher die Naturwissenschaften so gewaltige Fortschritte zu verzeichnen, wie im 19. Für Jedermann auffällig legt die Umgestaltung unseres ganzes Lebens Zeugniss dafür ab.

Wir wollen es versuchen, in aller Kürze und Knappheit einen Ueberblick insbesondere über die hervorragendsten Leistungen zu geben, welche die Forschungen über die Lebewesen, über die „Biologie", im 19. Jahrhundert vollbracht haben.

Ist ein Vergleich mit dem, was die anderen naturwissenschaftlichen Fächer, so die Physik und die Chemie, erreicht haben, überhaupt statthaft, so könnte man den Eindruck gewinnen, als habe die Biologie nicht Schritt gehalten. Hierbei ist jedoch zweierlei zu beachten. Zunächst sind die Errungenschaften der Biologie nicht in gleicher Weise vielseitig fruchtbar für das Alltagsleben ausgefallen wie diejenigen, die sich aus einer Beschäftigung mit der nicht organischen Natur ergeben haben; dann aber ist der Fortschritt in der Biologie abhängig von unserem jeweiligen Denken über die nicht lebende Natur: erst müssen wir das Einfachere erkannt haben, bevor wir das Verwickeltere zu durchschauen vermögen.

Bei einer Rechenschafts-Legung wie der hier beabsichtigten kann es sich allein und ausschliesslich darum handeln, die herrschenden Ansichten und die das Jahrhundert bewegenden Forschungen zu skizziren. Gewiss: es hat seit jeher, so lange die Cultur besteht, Einzelne gegeben, die ihrer Zeit weit voraus bereits Probleme in Angriff genommen haben, die erst später allgemein verstanden wurden: aber das im Jahrhundert herrschende und dasselbe bewegende Denken ist es

doch allein, das bei einer Betrachtung wie der unsrigen in Frage kommen kann. Wir wollen eben den Einfluss der Gedanken und Entdeckungen auf das gesammte wissenschaftliche Leben kennen lernen, dasjenige, was dem Jahrhundert den Stempel aufgedrückt hat.

Das Zustandekommen eines haltbaren Lehrgebäudes ist nur möglich, wenn die Erbauer reiche Materialien vor-



Georges de Cuvier.

finden, welche in Klein-Arbeit, gewissermaassen als Kärrner-Arbeit zusammengetragen worden sind, und zwar ist es unbedingt nothwendig — damit sie diese Materialien auch gut kennen und richtig zu verwenden in der Lage sind —, dass sie an dieser Kärrner-Arbeit selbst ernstlich und stetig theilnehmen.

Die dauernd erfolgreichen Naturforscher gehören zu denen, die nur und allein die Thatsachen sprechen lassen und durch Verknüpfung der einzelnen Thatsachen solche

höherer Ordnung zu erreichen suchen. Wenn sie nun auch auf diesem Wege zu Theorien und Hypothesen geführt werden und so die vorhandenen Lücken zu überbrücken suchen, also mit anderen Worten zu nur vermutheten Thatsachen höherer Ordnung gelangen, so findet doch die aufmerksamste Beachtung statt, dass auch nicht die untergeordnetste Erfahrung mit solchen vermutheten Thatsachen in Widerspruch stehe. Nun ist freilich Manches für den Einen eine Erfahrung, was für den Anderen keine ist; es handelt sich daher in der Naturwissenschaft zur Erreichung ihrer Schluss-Ansichten nicht um Erfahrungen Einzelner, nicht um individuelle Erfahrungen, sondern um solche, die von der Mehrzahl gemacht werden und gemacht werden können, d. h. um „interindividuelle Erfahrungen". Die Vorbereitung, welche die jeweilig anerkannte Wissenschaft bietet, ist je nach der Zeit ganz verschieden, und darin beruht die Vernachlässigung der Vorläufer später anerkannter Untersuchungen und Gedanken durch ihre Zeitgenossen. Der umfassende Blick solcher zuerst verkannter Forscher gestattet ihnen Thatsachen höherer Ordnung zu bemerken, noch bevor eine hinreichende allgemeine Vorbildung vorhanden ist. Die höchsten Staffeln des Ruhmes pflegen zu ihren Lebzeiten nur diejenigen zu erklimmen, die sich vermöge ihrer Geistes-Anlagen eng an das Bedürfniss ihrer Zeit anzuschliessen wissen: an ihre Namen knüpfen sich deshalb auch die geschichtlichen Ausgangspunkte stetiger Weiter-Entwickelung.

Ein solcher Geist war der Schwede Carl von Linné, dessen Thaten zwar in das Ende des 18. Jahrhunderts fallen, von denen wir aber ausgehen müssen, weil die Biologie vom Anfange des 19. Jahrhunderts unter dem Bann derselben stand.

Im 18. Jahrhundert waren nämlich durch Reisen in fremde Länder so viele neue Lebewesen bekannt geworden, dass das Bedürfniss, einmal die Gesammtheit derselben übersichtlich zu schauen, sich besonders geltend machte. Linné hat die grosse Aufgabe, so gut es seine Zeit gestattete, gelöst, indem er den gelungenen Versuch machte, die Fülle der Pflanzen und Thiere, die damals bekannt war, schematisch aneinander zu reihen und zu beschreiben, um so die Grundlage für die höhere Forschung zu bieten. Eine nicht geringe Zahl von Gelehrten findet bei der unerwartet grossen Menge der vorhandenen verschiedenen Lebewesen noch heute ihre Hauptthätigkeit in

der ausschliesslichen Weiterführung von Linné's so verdienstlichem Lebenswerk, nur mit dem Unterschiede, dass jetzt das schon zu Linné's Zeiten und von ihm selbst als erstrebenswerth bezeichnete „natürliche“ System zu Grunde gelegt wird, das die Eigenthümlichkeiten des Gesammt-Organismus zu berücksichtigen und die verschiedenen Lebewesen nach ihrer grössten Aehnlichkeit zu ordnen sucht, im Gegensatz zu dem — damals wegen Mangels eingehenderer Kenntnisse — nur auf einige Eigenthümlichkeiten der Organismen gegründeten „künstlichen“ System des genannten Gelehrten.

In der Zoologie waren es u. a. Lamarck und insbesondere Georges*) Cuvier, die durch den Vergleich der Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten des Gesammtkörpers, namentlich des inneren Baues der Thiere — wird Cuvier doch als Hauptbegründer der „vergleichenden Anatomie“ angesehen — die Grundlage zu dem heute gültigen natürlichen System der Thiere legten; in der Botanik haben sich um die Ausgestaltung des Jussieu'schen natürlichen Systems von 1789 namentlich Pyrame Decandolle 1813 verdient gemacht, ferner Bartling 1830, Franz Unger mit Stephan Endlicher 1836—40 und Adolphe Brongniart 1843.

Bei der das 18. und auch fast die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts kennzeichnenden vorwiegenden Thätigkeit in der Systematik, die also in der Beschreibung der Einzelwesen, namentlich ihrer Unterschiede von den ihnen ähnlichen bestand, hatte man sich daran gewöhnt, die biologischen Fächer als die der beschreibenden Naturwissenschaften zu bezeichnen. Die Biologen haben durch das Beiwort „beschreibende“ schliesslich eine Herabwerthung ihrer Thätigkeit herausgefühlt, und in der That wurde denn auch diese Bezeichnung von den Vertretern der anderen Naturwissenschaften gebraucht, um eine Minderwerthigkeit auszudrücken: nannten sie doch ihre Forschungen im Gegensatz dazu „exacte“. Daraus erklären sich Titel von Schriften, wie z. B. „wissenschaftliche“ Botanik im Gegensatz zu Botanik schlechtweg. Die Biologen, welche über die blosse Beschreibung von Einzelheiten hinausgingen und Zusammenhänge derselben aufsuchten, glaubten nunmehr einer ganz anderen Forschungsart zu dienen und nannten sich eben „wissen-

---

*) Cuvier's eigentliche Vornamen sind Leopold Christian Friedrich Dagobert, jedoch nannte er sich als Schriftsteller Georges.

schaftliche" oder nunmehr ebenfalls „exacte" Forscher. Und doch ist der Unterschied nur einer des Grades, indem es sich in dem einen Fall um die Beschreibung mehr von Einzelheiten, im anderen Falle um eine Beschreibung von Beziehungen der Einzelheiten handelt: mehr wie beschreiben können wir überhaupt nicht.

Es ist ein Irrthum, den man bei Biologen findet, zu meinen, dass das „Erklären" etwas grundsätzlich Anderes



Pyrame Decandolle.

sei: findet man doch einen Unterschied gemacht zwischen einer älteren „beschreibenden" und einer neueren „erklärenden" Periode in der Biologie. Erklären heisst Neues, Unbekanntes auf bereits Bekanntes zurückführen; haben wir das gethan, so ist Alles, was möglich war, geschehen, um uns das Neue klar zu machen. Schon bei der untergeordnetsten Beschreibung eines neuen Objectes fliessen durch Anwendung geläufiger Begriffe „erklärende" Momente mit ein. Nur dann tritt eine Erklärung als etwas scheinbar Besonderes hervor, wenn fernab Liegendes zum Vergleich einer zu beschreibenden

Thatsache herangezogen wird, wodurch Gemeinsamkeiten aufgedeckt werden, die zu der Erkenntniss einer Thatsache höherer Ordnung führen. Die hervorragende Bedeutung eines Forschers beruht darin, solche und zwar haltbare Thatsachen höherer Ordnung zu bemerken. Der Vortheil, solche aufzufinden, beruht in der Vereinfachung unseres Denkens über die uns entgegentretende Mannigfaltigkeit. Dies ist der springende Punkt, weshalb es ganz verschiedenwerthig ist, ob nur Einzelheiten beschrieben werden, wie in der ursprünglichen systematischen Zoologie und Botanik, oder ob es sich um die Darstellung der Beziehungen (der Zusammenhänge) der Einzelheiten handelt: es kommt also bei der Beurtheilung der Wissenschaftlichkeit auf das Werthvolle der Beschreibungen für das umfassende Denken an. Als Newton den Fall von Früchten von einem Baume beobachtete und sein Denken gleichzeitig auf die Bewegung des Mondes gerichtet war, erfuhr er plötzlich (in Folge beständigen früheren Nachdenkens über den Gegenstand) die Thatsache höherer Ordnung, dass überhaupt alle Körper aufeinander zu fallen oder, anders ausgedrückt, sich gegenseitig anziehen, und er konnte sich nunmehr die Bewegungen der Himmelskörper „erklären“: eine umfassende Thatsache beschreiben.

Es ist gewiss bemerkenswerth, dass es gerade ein hervorragender Gelehrter der exacten Wissenschaften im ursprünglichen Sinne war, nämlich Gustav Kirchhoff, der seine „Mechanik“ von 1876 mit der allbekannt gewordenen Bemerkung beginnt: die Mechanik habe die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben.

Dass eine solche Aeusserung von einem Physiker und Mathematiker ausging und gar in einem Werk über Mechanik, hätte bei den Biologen ganz besonders bemerkt werden müssen: war man doch allmählich zu der Ansicht gelangt, dass ganz allgemein nur dasjenige für uns verständlich sei — auch in der Wissenschaft von den Lebewesen — was sich auf Thatsachen schliesslich der Mechanik zurückführen liesse. Es musste diese Ansicht dadurch gefestigt werden, als sich Alles, was näher untersucht worden war, durch Zurückführung gerade auf mechanische Vorgänge befriedigend begreifen liess.

Die das 19. Jahrhundert bewegende Haupt-Frage „Was ist Leben?“ wurde denn auch in der Weise in Angriff genommen, dass man es versuchte, sich die als

Leben bezeichneten Bewegungs-Erscheinungen, als physikalische Vorgänge zu erklären, oder wie man zu sagen pflegt: es wurde durch Ausmerzung des Begriffes „Lebenskraft“ darauf verzichtet, nach einer besonderen in den Lebewesen vorhandenen, nicht physikalischen Kraft zu suchen: konnte man doch in der That nichts an und nach der Vervollkommnung des Mikroskopes auch in den Lebewesen entdecken, was nicht mit Zuhülfenahme der Vorgänge in der unorganischen Natur erklärbar schien, sodass der Vortheil der Vereinfachung, der sich durch die Annahme, wir können auch sagen, durch die Erfahrung gleicher „Kräfte“ in beiden Fällen ergab, nicht übersehen werden konnte, weil mit einer solchen Vereinheitlichung eine wesentliche Erleichterung des Verständnisses der Gesammt-Welt verbunden war. Unter den Vielen, die an der Beseitigung des neuerdings wieder hier und da auftauchenden „Vitalismus“ gearbeitet haben, sei nur der bekannte Physiologe Emil du Bois-Reymond erwähnt. Von ganz wesentlichem Einfluss war aber eine That des Chemikers Friedrich Wöhler aus dem Jahre 1828. Bis dahin hatte man im Sinne der Zeit angenommen, dass die organischen Substanzen nur durch die Vermittelung der „Lebenskraft“ gebildet werden könnten, bis es dem Genannten gelang, einen organischen Stoff auf anorganischem Wege zu erzeugen. Er schreibt an Berzelius: „Ich muss Ihnen erzählen, das ich Harnstoff machen kann, ohne dazu Nieren oder überhaupt ein Thier nöthig zu haben.“ Heute kann jeder Chemiker eine grosse Zahl organischer Verbindungen auf künstlichem, anorganischem, Wege herstellen.



Emil du Bois-Reymond.

Bei den tiefer Denkenden ist das Streben nach Vereinfachung, also Vereinheitlichung im Denken, das sich

in der mechanischen Auffassung der Lebens-Vorgänge kundthut, so stark, dass ihre ganze Thätigkeit davon beherrscht wird. Goethe wusste, dass die Wirbelthiere einen aus 2 Stücken bestehenden Zwischenkieferknochen im Oberkiefer besitzen, und es war ihm unerträglich anzunehmen, dass der Mensch, dessen Bau zu dem Typus der Wirbelthiere gehört, nun keinen solchen Knochen haben sollte; er suchte ihn daher und — — fand ihn. „Und so — sagt er in seiner Weise — ist wieder jede Kreatur nur ein Ton, eine Schattirung einer grossen Harmonie, die man auch im Ganzen und Grossen studiren muss; sonst ist jedes Einzelne ein todter Buchstabe."

Hat schon bei der Frage nach der Lebenskraft das neuzeitliche Mikroskop eine gewisse Rolle mitgespielt, so kommt eine andere umfassende That des 19. Jahrhunderts ausschliesslich auf seine Rechnung: die von verschiedenen Seiten zwar schon vorbereitete aber von Theodor Schwann und Mathias Jakob Schleiden in den 30er Jahren eingeführte Zellenlehre.

Vermöge der Benutzung des genannten, heute für den Biologen wichtigsten Instrumentes hat der Aufbau der Lebewesen unter einen einheitlichen Gesichtspunkt gebracht werden können, der die fruchtbarsten Erfolge gezeitigt hat. Bis dahin mussten die verschiedenen Theile, aus denen die Lebewesen gebildet werden, wie z. B. Muskeln, Nerven, Knochen als absolut gegenüberstehende, unvermittelte Einheiten angesehen werden. Durch die Entdeckung, dass alle diese so verschiedenen Theile aus untereinander zunächst, d. h. in ihrer Jugend übereinstimmenden Gebilden entstehen, nämlich nach einer schon 1667 von dem Verbesserer des Mikroskopes Richard Hooke angewendeten Bezeichnung: den Zellen, — dass alles Organisirte dadurch nur als Variation von Einem und Demselben erscheint, war ein gewaltiger Schritt in der Richtung der — wenn auch allgemein mehr unbewusst erstrebten — Vereinfachung unseres Denkens. Es wiederholt sich immer wieder, dass die Aufdeckung einer neuen Forschungsrichtung zu einer Ueberschätzung derselben führt: so auch in unserem Fall. Bei Vielen entstand — geblendet durch die schnellen Erfolge, welche die Einsicht von dem Aufbau der Lebewesen durch im Princip gleiche „Elementar-Organismen" (Brücke 1861) nach sich zog — die Ansicht, dass in der Biologie nur noch Forschungen auf dem Gebiete der Zellenlehre höheren wissenschaftlichen Werth hätten. Schälen wir den Kern

heraus, so bleibt, wie gesagt, nur der freilich gewaltige Vortheil, einen einheitlichen Gesichtspunkt für die verwirrend und zunächst unüberbrückbar erscheinende Mannigfaltigkeit der die Organismen zusammensetzenden Theile gefunden zu haben. Die eigentliche Bedeutung der Zellenlehre ist keineswegs überall klar durchschaut worden. Wenn



Mathias Jakob Schleiden.

in der Biologie ein neuer wichtiger Begriff — wie hier derjenige der Zelle — nöthig wurde, so ist im 19. Jahrhundert immer wieder die Nachwirkung der philosophischen Ideenlehre zu verspüren, und die Wissenschaft wird störend durch müssige Betrachtungen in dieser Richtung beeinflusst, wie in unserem Falle durch solche über das, was denn nun „eigentlich und wirklich" eine Zelle sei u. s. w.

Heinrich Pander Hervorragendes geleistet, aber die eingehendere Begründung der Entwickelungsgeschichte wird von dem Zoologen Karl Ernst von Bär 1828 und 1832 datirt, der die Einschachtelungstheorie („Evolutionstheorie") endgültig beseitigte, indem er z. B. an der Entwickelungsgeschichte des Hühnchens zeigte, dass es aus einer einzigen Zelle, der Eizelle, hervorgeht. Die genannte zu Fall gebrachte Theorie hatte gelehrt: alle einzelnen Lebewesen seien vollständig fertig vorgebildet in einander geschachtelt seit Urbeginn vorhanden; eine Neu-Entstehung in den elterlichen Individuen wurde abgelehnt. Man begreift schwer, dass ein so hervorragender, die meisten Botaniker seiner Zeit an Geist weit überragender Forscher wie der Botaniker Schleiden durch die nun naturgemäss folgende Periode reichster Erfolge auf dem Gebiete der Entwickelungsgeschichte diese so überschätzen konnte, dass er und seine Schule den Blick für gleichberechtigte Forschungen verlor.

Obwohl die Zellen zuerst bei den Pflanzen erkannt worden sind, die auch in ihren fertigen Entwickelungszuständen sich leicht unter dem Mikroskop als aus solchen Elementar-Organismen zusammengesetzt ergeben, so war doch die Erkenntniss der Bedeutung der Gewebe und Organe für das Leben der Pflanzen, mit anderen Worten ihrer Beziehungen zur Aussenwelt, die Pflanzenphysiologie —, die u. a. Théodore de Saussure, A. Knigth, Dutrochet, Boussingault, Justus von Liebig und dem schon genannten Botaniker J. Sachs im 19. Jahrhundert viel verdankt, — hinter der Thierphysiologie zurück.

In der Zoologie war die Anknüpfung an den lange erforschten Menschen ohne Weiteres gegeben. Schon der physiologische Werth der Sinnesorgane war von vornherein zwingend einleuchtend; die Bedeutung der Ernährungsorgane, der Skeletttheile u. s. w. konnte nicht minder eindrucksvoll wirken. Uebertragungen auf das Thier waren nun durch die grosse Aehnlichkeit, vielfach sogar Uebereinstimmung der anatomischen Verhältnisse so zwingend, dass es überhaupt keinen Kampf gekostet hat, die thierische Anatomie von dem einzig wissenschaftlichen Standpunkt aus zu pflegen. Eine Beschäftigung mit dem Bau der Thiere ohne gleichzeitige Berücksichtigung der Lebensvorgänge der Organe und Organtheile ist hier für jeden Forscher jetzt undenkbar. Die

That den Eindruck kleiner Zellen, in denen der Plasmakörper der in der Zelle wohnende Klausner ist. In manchen Fällen, wie bei den Skelett-Theilen, können sogar die Zellhüllen das Wesentliche werden. Eine Gemeinschaft gleichartiger Zellen nennt man ein Gewebe: die Knochen, Muskeln u. s. w. sind fertige Gewebe. Gänzlich unfruchtbar musste nun die unklare Suche nach der Idee der Zelle sein: ob nämlich nun zu dem Begriff derselben gehöre, dass sie umhüllt sei oder nicht u. s. w.: der wahre Fortschritt lag in der Erkenntniss, dass alle Organismen aus ursprünglich gleichen Theilchen bestehen, und die Zellenlehre wird daher nicht minder werthvoll dadurch, dass z. B. Julius Sachs lieber bis auf die Kerne in den Zellen nebst dem zu ihnen gehörigen Plasma, oder mit seinem Ausdruck bis zu den „Synergiden“ zurückgehen und die Gesammtheit der organischen Gestaltungen auf diese Einheiten zurückführen möchte. Das Haupt-Resultat, dass die Organismen alle aus gleichen Theilchen bestehend anzunehmen sind, bleibt damit unberührt. Die in den letzten Jahren äusserst eifrige Thätigkeit über die mikroskopische Erforschung der Zellen kann in der That dahin führen, noch weiter als auf diese zurückzugehen, aber die Studien erfolgen stets in dem Sinne der von Schleiden und Schwann eingeleiteten Bewegung.



Simon Schwendener

Mit der Zellenlehre war nicht nur die Pathologie, die Rudolf Virchow (namentlich 1858) nunmehr als „Cellular-Pathologie“ begründete, sondern auch noch eine andere Disciplin in das richtige Fahrwasser gerathen: die Entwickelungsgeschichte, die sich — im Gegensatz zu der als anatomisch bezeichneten Betrachtung fertiger Zustände oder doch von bestimmten Zuständen — mit der allmählichen Entstehung der Theile eines Lebewesens oder mit der Entwickelung des Lebewesens überhaupt beschäftigt. In dieser Bahn hatte schon Christian

der Naturforscher mit der Zellenlehre die beste Vorbereitung sein, nunmehr mit mehr Verständniss als früher eine durch ihr Alter ehrwürdige Theorie aufzunehmen, welche weitergehend als die Zellenlehre den gemeinsamen Zusammenhang aller Organismen überhaupt aufzuzeigen trachtete: die Abstammungslehre. Schon im Anfang des 19. Jahrhunderts hat diese Lehre, welche zur Verbindung von einer Fülle durch die Lebewelt gebotenen Thatsachen, die Herkunft aller, auch der jetzt verschiedensten Lebewesen von gemeinsamen Vorfahren behauptete, durch Jean Baptiste de Lamarck eine treffliche naturwissenschaftliche Grundlegung erfahren; aber erst seit Charles Darwin 1859 die Lehre nochmals neu und eingehender begründete, fand sie die meisten Naturforscher genügend vorbereitet. Diese Lehre ist heute der wichtigste Ausgangspunkt der biologischen Forschungen: erklärt sich doch durch die Annahme der gemeinsamen Abstammung aller Lebewesen durch „Bluts"-Verwandtschaft eine Unzahl von Einzelthatsachen, die vorher zusammenhangslos hingenommen werden mussten. Also auch hier wieder der Vortheil einer bedeutenden Vereinfachung in unserem Denken. Besonders sind es Thatsachen der Morphologie, die mit einem Schlage in hellstes Licht gerückt wurden. Es ist nämlich bemerkenswerth, dass nicht nur die Zellen, sondern auch die Theile höherer Ordnung bei den Lebewesen, z. B. die Blätter der Pflanzen untereinander, trotz ihrer Mannigfaltigkeit, ferner z. B. die Fortbewegungswerkzeuge der Thiere, wie die Flossen, Flügel und Beine, untereinander gewisse auffällige Uebereinstimmungen zeigen, deren Betrachtung seit Goethe (1817) die „morphologische" heisst.*) Alle die morphologischen Thatsachen nun, die sich gewaltig gehäuft hatten, waren durch die Annahme der gemeinsamen Abstammung der Lebewesen verstanden, erklärt. Man glaube nun aber nicht etwa, dass eine neue, vereinfachende Theorie wie die Abstammungslehre nun auch sofort überall alte Ansichten, die mit der neuen, besseren Ansicht im Widerspruch stehen, auszurotten vermöchte; vielmehr sind — wie schon angedeutet — die Nachwirkungen eingewurzelten älteren Denkens auch nach seinem Ersatz durch Besseres lange, oft noch sehr lange zu verspüren. Es muss dies hier betont werden, weil das 19. Jahrhundert

---

*) Vergl. über die neuzeitliche Verschiebung des Begriffes „Morphologie" in meinen weiter hinten citirten Schriften.

durch die Behandlung morphologischer Fragen in dem Sinne der Plato'schen Ideenlehre mächtig beeinflusst ist. Die Ausrottung einer Denkrichtung, sofern sie eine gewohnheitsmässige ist, ist auch dann schwierig, wenn die Einsicht vorhanden ist, dass sie sich in falscher Bahn befindet und eine bessere gefunden ist.



Louis Pasteur.

Um eine Erklärung der Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzen-Arten anzubahnen, nahm Lamarck eine direkte Anpassung an neue Umgebungsverhältnisse an: ein Wiederkäuer, etwa aus der Verwandtschaft der Kameele, der genöthigt wird, vorwiegend in hohen Baumkronen seine Nahrung zu suchen, wird nach ihm allmählich, d. h. im Verlaufe der Generationen zur Giraffe werden; nach Darwin jedoch ist es die „natürliche Zuchtwahl" (die „Selection") durch den Kampf ums Dasein, welche aus einer vorhandenen, nach allen möglichen Richtungen hin abändernden (variirenden) Art, die

zufällig den äusseren Umständen am besten angepassten Individuen auswählt und durch Vererbung der nützlichen Eigenschaften zur Entstehung einer neuen Art Veranlassung giebt. Es ist zweifellos, dass die Zuchtwahl eine grosse Rolle spielt, aber die Biologen haben sich am Ende des 19. Jahrhunderts, nachdem die Selectionstheorie, das ist der eigentliche Darwinismus, zunächst die weiteste Anerkennung gefunden hatte, doch mehr der Lamarck'schen Ansicht von der direkten Anpassung als das wesentlich Ausschlaggebende für die Entstehung neuer Arten zugewendet. Nach der verbreitetsten jetzigen Anschauung sind es also die Einwirkungen der Aussenwelt in Verbindung mit dem durch die Lebewesen Gegebenen — wie man zu sagen pflegt, in Verbindung mit den inneren Verhältnissen —, welche zusammenwirkend neue Arten hervorbringen; die Zuchtwahl beseitigt nur das in der augenblicklichen Umgebung nicht Lebensfähige und schafft Platz für die anpassungsfähigen Lebewesen: nur diejenigen unter ihnen, die auf neue Reize der Umgebung erhaltungsgemäss antworten, bleiben auch erhalten, die anderen gehen zu Grunde.

Die Anfeindungen, welche die Abstammungslehre erfahren hat, ergeben sich aus der Grösse ihrer Abweichung von dem Denken der Allgemeinheit. Der Alltagsmensch nimmt gern die praktischen Resultate der Naturwissenschaft in Empfang und benutzt sie; die Frage, ob sein Denken über die Welt mit demjenigen der Naturforschung übereinstimmt, das diese Resultate gezeitigt hat, kümmert ihn wenig, weil er zu dieser Frage nicht geführt wird, die nur auftauchen könnte, wenn er Störungen erleidet, wenn ihm die Widersprüche des Alltagslebens mit dem naturwissenschaftlichen Denken entgegentreten und bewusst würden. Bei dem Naturforscher aber ist dies der Fall: er hat in dieser Hinsicht unter den „Vitaldifferenzen", die sich aus seiner Thätigkeit ergeben, zu leiden, und er sucht sie durch Beseitigung der Widersprüche zu lösen; hierbei muss freilich Vieles aus dem Volksdenken als unhaltbar fallen. Wer aber mit unlösbaren Fesseln an dem Ueberkommenen festhaftet, der kann nicht Naturforscher sein: er bliebe denn ein ausschliesslicher Kärrner in der Wissenschaft, wobei eine Gefahr, die Widersprüche zu sehen, nicht gross ist. Wer die theilweise Unvereinbarkeit zwischen dem wissenschaftlichen und dem Alltags-Denken aber dennoch sieht und doch nicht von dem

durch Erziehung und freundliche Erinnerung im Denken Gewordenem loskommt, der sucht sich durch ohnmächtigen Kampf Zeit seines Lebens gegen die Naturwissenschaft abzumühen oder aber — er giebt freimüthig zu, dass er nicht wissen will, sondern dass er es vorzieht, wo Gefühle und Wünsche in Frage kommen, bei dem Liebgewordenen zu bleiben, auch wenn die Logik entgegensteht. Grundsätzlich ist dieses Verhalten nun durchaus nicht verschieden von dem des Naturforschers: jeder pflegt sich diejenige Lösung zu suchen, bei welcher der Bestand seines Ichs am wenigsten gefährdet ist.

Lange bevor die Abstammungslehre Gemeingut der Wissenschaft geworden war, hatten die Gelehrten, die sich mit den in der Erdkruste eingebettet erhaltenen Resten früherer, untergegangener Lebewesen beschäftigten, wie Alexandre Brongniart und Cuvier am Anfange des 19. Jahrhunderts und insbesondere der englische Ingenieur William Smith erkannt, dass diese Versteinerungen für die Altersbestimmung der Erdschichten verwerthbar sind, da die Organismenwelt im Verlaufe der Entwickelung unserer Erde mit einfacheren Formen beginnend und zu verwickelter gebauten allmählich aufsteigend gewechselt hat. Die Palaeontologie oder Vorwesenkunde ist so recht ein Kind des 19. Jahrhunderts und durch die angegebene Thatsache eine wichtige Stütze der Abstammungslehre geworden.



Robert Koch.

Die viel besprochene Frage, wo denn nun die ersten Organismen hergekommen, wie sie entstanden seien, hat sie aber nicht gelöst. Man hat schliesslich geäussert (z. B. William Preyer), sie seien niemals entstanden, sondern organisches Leben sei ebenso ewig, wie der unorganische Stoff; aber ein befriedigendes Wissen haben wir hier nicht erreicht. Eine Stütze könnte die Ansicht von der Ewigkeit des Organischen in den durch Louis

Pasteur 1860 ausgeführten Untersuchungen über die Unmöglichkeit der Urzeugung finden.

Es war nämlich bis dahin die Ansicht verbreitet, dass Lebewesen unabhängig von elterlichen Organismen, also ohne Hinzuthun von ihresgleichen entstehen könnten nur und allein durch die Vorgänge in der nichtorganischen Natur: das ist es, was als „Urzeugung" bezeichnet wird. Durch Vorläufer Pasteur's, so von Schwann (1837) und Helmholtz war diese Lehre freilich schon wankend gemacht; Pasteur hat hinreichend gezeigt, dass unter den uns zugänglichen Bedingungen Leben nicht aus Unorganischem entsteht, indem er nachwies, dass sogar die niedersten uns bekannten Lebewesen, zu denen die nur mit dem Mikroskop zugänglichen Bacterien gehören, aus lebenden Keimen hervorgehen. Die Bacterien waren zwar schon lange bekannt, ihre Erforschung hat aber in dieser Zeit, seit den eingehenden Untersuchungen der Botaniker Ferdinand Cohn, Ende der fünfziger Jahre, dann auch Carl Nägeli's, de Bary's, Brefeld's und Anderer bis zu den Forschungen des Mediciners Robert Koch über die krankheiterregenden Bacterien die wissenschaftliche Welt stark bewegt; auch die Bacteriologie ist also eine Disciplin des 19. Jahrhunderts, die bei ihrer Wichtigkeit für das praktische Leben mächtig emporgeblüht ist.

Wenn man als Materialismus die Zurückführung von Allem auf Körperliches bezeichnen will, so ist die Naturwissenschaft des 19. Jahrhunderts sehr materialistisch gewesen. Der Philosoph nennt denjenigen einen Materialisten, der die unter dem Begriff der „Seele" zusammengefassten geistigen Werthe als Ausflüsse oder Eigenschaften körperlicher Theile ansieht, etwa so, wie sich Carl Vogt die geistigen (seelischen) Werthe ebenso als Produkt des Gehirns dachte wie die Absonderung des Urins durch die Nieren. Hat die Naturforschung des 19. Jahrhunderts sich auch mit der Frage nach dem Verhältniss zwischen Geist und Körper beschäftigt, so kann man doch nicht sagen, dass sie tiefer eingreifend gewirkt hätte, und zwar deshalb, weil hier der leitende Gesichtspunkt gefehlt hat. Die Naturforschung hofft bei ihrer eifrigen Beschäftigung mit der stofflichen Seite der Natur eines Tages auf die „Seele" zu stossen, sei es als „Eigenschaft" beziehungsweise „physiologische Function" des Stoffes. Die von Diderot, d'Alembert, Holbach und Anderen Mitte und Ende des 18. Jahrhunderts in den Vordergrund

gerückte und von Moleschott, Carl Vogt, Ludwig Büchner, Ernst Haeckel u. s. w. fortgesetzte materialistische Richtung geht jedoch, geleitet durch den Reiz, auch die seelischen Werthe den bereits geklärten Begriffen unterzuordnen, also in der löblichen Absicht,



Richard Avenarius.

dadurch eine wesentliche Vereinfachung in unserer Weltauffassung zu gewinnen, bei einer so wichtigen Frage zu stürmisch vor, d. h. mit zu geringer Berücksichtigung des Thatbestandes. Bei den Materialisten des 18. Jahrhunderts muss man wohl den damaligen Stand der Naturwissenschaften berücksichtigen, bei den Gelehrten jedoch, die in der Mitte und am Ende des 19. Jahrhunderts gewirkt haben, ist eine Entschuldigung durch Rückständigkeit der

Wissenschaft nicht mehr möglich, da seit der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie in den vierziger Jahren durch den Biologen Robert Mayer und durch andere Grossthaten die Seelenforschung aus der im Anfange des exacteren naturwissenschaftlichen Denkens doch wohl berechtigt gewesenen materialistischen Richtung gedrängt werden musste.

Bewundernswerth ist die Kühnheit und Unerschrockenheit, mit der die neuen Materialisten, die auf philosophischem Gebiet Ludwig Feuerbach zum Vorbilde haben, vorgegangen sind; denn eingefleischte, lang erworbene Ansichten widerstreben der materialistischen Weltanschauung, sodass der durch hohe Begeisterung für ihr Lieblingsgebiet gestählte Muth wirkliche Proben abgelegt hat. Der gemeinsame Zug der Materialisten ist ihre Ungeduld, das letzte Resultat zu finden, und da das nun einmal nicht so schnell geht, so füllen sie die weit klaffenden Lücken. Sie wollen mit Gewalt ein abgeschlossenes Ganzes haben, und so muss denn — man kann wohl sagen — ihre künstlerische Phantasie viel ergänzen und abrunden.

Unter den weiter und ruhiger blickenden Naturforschern haben Einzelne auch erkannt, dass dieser Materialismus keineswegs die zeitgemässe Lösung für die Frage nach dem Zusammenhang von Seele und Körper bringt.

So sagt der englische Physiker John Tyndall, indem er darauf hinweist, dass wir nur soweit wir das Gehirn, also das Organ unserer seelischen Werthe untersuchen, die Mechanik derselben zu erforschen vermögen: „An diesem Punkte aber hören die Methoden der mechanischen Naturwissenschaft auf; und wenn man von mir verlangt, aus der materiellen Wechselwirkung der Gehirnmolekeln auch nur die einfachsten Erscheinungen des Fühlens oder Denkens abzuleiten, so gestehe ich mein Unvermögen ein. Beide sind ebenso sicher mit der Gehirnsubstanz verknüpft, wie das Licht mit dem Aufgehen der Sonne. Aber während im letzteren Falle der ununterbrochene mechanische Zusammenhang zwischen der Sonne und unseren Sinnesorganen nachweisbar ist, fehlt in dem ersteren Falle die logische Continuität. Zwischen der Molekularmechanik und dem Bewusstsein klafft eine Lücke, die keine physikalische Beweisführung zu überbrücken vermag.“ Wir können daher allerdings nur den beobachteten Zusammenhang zwischen Gehirn und Seele einfach als Thatsache hinnehmen. Der auf natur-

wissenschaftlichem Boden stehende, 1896 verstorbene Philosoph Richard Avenarius hat das grösste Verdienst, den Versuch gemacht zu haben, diesen Zusammenhang, soweit als derzeitig möglich, aufzudecken, jedoch haben diese so fundamental wichtigen Untersuchungen noch keinen Einfluss geübt. Es sei nur auf Folgendes aufmerksam gemacht.

Das Bekannteste war dem Menschen zuerst er selbst mit seiner Seele; er erklärte sich daher alles ihm Entgegentretende durch die Annahme seelischer Werthe sogar auch in seiner unorganischen Umgebung: Der Anthropomorphismus ist der ursprüngliche, natürliche Zustand des Nachdenkens, ja in der Philosophie hat sich das schliesslich zu der Annahme zugespitzt, dass überhaupt Alles Geist sei. Den Naturforschern, die sich ständig mit dem Stofflichen abzugeben haben, wird dieses das Bekannteste, und es ist psychologisch begreiflich, dass das Resultat schliesslich ein Materialismus wird, der nun im Gegensatz zur ersterwähnten Richtung Alles, auch den Geist auf Stoffliches zurückgeführt und erklärt. Erst war alles Geist, dann war alles Stoff: erst vergass man den Stoff, dann die geistigen Werthe. Dass zwischen beiden eine Abhängigkeit vorhanden ist, dass also die Welt eine Einheit ist, darf nicht bestritten werden, aber diese Abhängigkeit kann nicht so angenommen werden, wie etwa die Ausdehnung eines Körpers durch Wärmezufuhr oder in dem Sinne wie das Vogt gethan hat. Das würde den jetzt bekannten Thatsachen einfach ins Gesicht schlagen, da im Verlauf einer physikalischen oder physiologischen Reihe niemals seelische Werthe angetroffen werden. Will man also nicht in Widerspruch mit den bestbegründeten Resulfaten der Naturwissenschaft gerathen, sich aber doch das Verständniss



Hermann v. Helmholtz.

der Abhängigkeit von Körper und Geist vor der Hand wenigstens durch ein Bild näher zu rücken suchen, so kann man vergleichsweise etwa an eine mathematische (logische) Funktion denken, etwa an die Abhängigkeit der Länge einer Dreiecksseite von der Grösse ihres gegenüberliegenden Winkels. Vergrössert man den Winkel, so nimmt die Länge der Seite in bestimmter Weise zu und umgekehrt; ebenso werden je nach den Bewegungsvorgängen im Gehirn die seelischen Werthe in paralleler Bewegung mit den ersteren verlaufen.

Wie verhält sich nun die Biologie zur Philosophie? Philosophischer Sinn ist bei den hervorragenden Biologen stets vorhanden gewesen: es sei an Hermann von Helmholtz und Emil du Bois-Reymond erinnert. Bei der gewaltigen Arbeitslast, welche sich dem heutigen Naturforscher aufdrängt, konnte jedoch seine philosophische Schulung im Durchschnitt nur mangelhaft sein, und so ist es denn begreiflich, dass er hier nicht zu folgen vermochte. Das wirkliche tiefere Eindringen in philosophische Betrachtungen kostet Zeit, hindert dadurch zum Theil an Specialarbeiten und man läuft Gefahr im Kampf ums Dasein zurückzubleiben. Es fehlt dem Naturforscher eben für ein tieferes Eindringen und ruhiges Verarbeiten der in ihm auftauchenden philosophischen Probleme die Zeit, die er anders benutzen muss, wenn er äussere Erfolge haben will. Geistreiche Gelehrte haben sich bemüht, auf streng wissenschaftlichem Boden jeweiliger Errungenschaften ein Weltbild zu erstreben, aber erst Richard Avenarius ist es Ende des Jahrhunderts gelungen, den Grund zu legen. Irgend einen eingreifenden Einfluss hat die Arbeit von Avenarius in der Biologie aber, wie gesagt, noch nicht gehabt: es bleibt dem 20. Jahrhundert vorbehalten sich mit ihm auseinanderzusetzen.*) Weiter bekannt geworden sind nur diejenigen Lösungsversuche, die sich ohne genügende Vertiefung, wie diejenigen Ludwig Büchner's und Ernst Häckel's, mehr dogmatisch-populär geben. Wo die Biologen des 19. Jahrhunderts, mit dem Bestreben etwas Abgeschlossenes zu erreichen, die höchsten Fragen behandeln, haben sie nur gar zu oft die exacte Richtung verlassen und auch ein Eindringen in die bereits von den

*) Als Einführung in den Gedankengang des gesammten Philosophen ist trefflich geeignet Joseph Petzoldt's „Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung". 1. Bd. „Die Bestimmtheit der Seele", Leipzig 1900.

Philosophen geäusserten Ansichten nur oberflächlich versucht. Nicht wenig dazu beigetragen haben namentlich des Philosophen Schelling Gedanken über die Natur am Ausgange des 18. Jahrhunderts, aber auch die späteren Hegel's, auf die sich die heutige Naturforschung gewöhnt hat, mit einem deutlichem Zuge der Verachtung herabzublicken. Es war in Fortsetzung einer philosophischen Richtung des Alterthums, die sich im Mittelalter namentlich in der „Scholastik" kund that und auch heute noch nicht überwunden ist, üblich geworden, von einigen wenigen, leicht zu erwerbenden Thatsachen ausgehend, gleich zu den höchsten Fragen emporzusteigen und Antworten zu geben, die dann als feststehend angenommen und nun benutzt wurden, die Zwischenglieder abzuleiten. Das Errathen, die Divination feierte Orgien.

Diese unter dem Namen der Deduction bekannte Methode, — die in vollem Gegensatz zu der heute von der Naturwissenschaft befolgten inductiven Methode steht, welche nur und allein, so weit als nur irgend möglich von den Einzelthatsachen ausgeht und von diesen aus aufbaut, um so zu einer Weltansicht zu gelangen, — hatten die beiden genannten Philosophen zur höchsten Blüthe getrieben; sie liessen ihrer Phantasie die Zügel schiessen, um ein Weltbild zu gewinnen, das zu erlangen die damalige Naturwissenschaft ebensowenig ausreichte, wie die heutige im Stande ist, die letzten naturphilosophischen Fragen zu beantworten. Den Einfluss, den diese naturphilosophische Richtung bei einigen Gelehrten gewann — versprach sie doch schnelle und grosse Resultate, die sonst für den Naturforscher nur durch Mühe und ernste Arbeit erreichbar sind — hat nun bei vielen heutigen Gelehrten ein geringschätziges Herabsehen auf alle Philosophie zur Folge gehabt, also eine arge Uebertreibung der Ablehnung philosophischen Denkens auf ihrem Gebiet überhaupt. Die ausserordentliche Kurzsichtigkeit dieses Verhaltens ist den Forschern ersten Ranges nie zweifelhaft gewesen; es sei als ein Beispiel für viele nur erwähnt, dass dem berühmten exacten Physiologen Johannes Müller, trotzdem er in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts lebte, also gerade in der Zeit, als die Naturphilosophie Schelling-Hegel'scher Richtung breiten Einfluss übte, doch das Berechtigte philosophischen Denkens nicht zu schwinden vermochte, wie u. A. aus seiner Schrift „Von dem Bedürfniss der Physiologie nach einer philosophischen Naturbetrachtung" hervorgeht.

Linné hat eine seiner Schriften als philosophische Botanik bezeichnet und noch im Anfange des 19. Jahrhunderts wurde oft der Zusatz „philosophisch“ in Titeln naturwissenschaftlicher Schriften gewählt, sofern es sich um die Behandlung allgemeiner Fragen drehte. So ist es auch zum Theil noch jetzt im Auslande geblieben, wie z. B. in England, wo naturwissenschaftliche Zeitschriften wenigstens in ihrem Titel den Zusatz philosophisch führen. In Deutschland, im „Lande der Denker“ erinnert nur noch die Einbeziehung der naturwissenschaftlichen Fächer zu der philosophischen Facultät der Hochschulen an die ursprüngliche Zusammengehörigkeit, ja hier und da ist durch Abgliedernng einer besonderen naturwissenschaftlichen Facultät sogar diese Aeusserlichkeit verloren gegangen. Das ist der durch Schelling wenigstens für die neuere Zeit eingeleiteten, durch den Biologen Lorenz Oken u. A. gepflegten Richtung zuzuschreiben: das Kind wurde einfach mit dem Bade ausgeschüttet. Es war die verhängnissvolle Schlussfolgerung gezogen worden, dass die Philosophie überhaupt nur gewissermaassen eine Spielerei sei; es wurde thatsächlich vielfach übersehen, dass eine rein wissenschaftliche Erforschung der Natur nur einen Sinn hat im Dienste der Lösung des „Welträthsels“.

Die durchgängig geringe philosophische Schulung hat bewirkt, dass der Werth vieler Resultate falsch beurtheilt wurde, andererseits hat sie gewissermaassen unterirdisch fortglimmenden und daher gelegentlich zündenden unnaturwissenschaftlichen Ideen zu einer Wirksamkeit verholfen, ohne dass das erkannt worden wäre, sodass unter Umständen ganze Disciplinen, wie die Morphologie schwer darunter gelitten haben und noch leiden.*)

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass hier zu allererst Einflüsse der platonischen Ideenlehre des Alterthums und des scholastischen „Realismus“ des Mittelalters unbewusst mitspielen.

Welche Bedeutung werden die Bestrebungen in der Biologie für das 20. Jahrhundert haben?

---

*) Ich erlaube mir auf meine diesbezüglichen Andeutungen in den beiden Schriften aufmerksam zu machen: 1. Die Metamorphose der Pflanzen im Lichte palaeontologischer Thatsachen (Berlin 1898). 2. Die morphologische Herkunft des pflanzlichen Blattes und der Blattarten. (Berlin 1899.) Diese Arbeiten sind auch in der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“ abgedruckt.

Die schon 1759 von Caspar Friedrich Wolff durchaus hinreichend widerlegte Einschachtelungstheorie wurde für die wissenschaftliche Welt erst über sieben Jahrzehnte später ausser Kurs gesetzt. Für das Ende des 18. Jahrhunderts hatten die erst über ein halbes Jahrhundert später die Bewunderung der Botaniker auf sich lenkenden Beobachtungen und Gedanken über die Beziehung der Blumen zu den Insecten, die der Schulmeister Christian Conrad Sprengel schon 1793 veröffentlicht hat, noch gar keine Bedeutung. Robert Mayer's Abhandlung über das Energieprincip von 1842, die zu dem naturwissenschaftlich Bedeutendsten des Jahrhunderts gehört, wurde von der ersten physikalischen Zeitschrift zurückgewiesen. Andererseits bekämpfte Cuvier die Abstammungslehre, ohne zu sehen, dass er durch seine hervorragenden Arbeiten zur vergleichenden Anatomie eine der wichtigsten Grundlagen derselben selbst geschaffen hat, dass seine eigenen Forschungen zur Systematik und Palaeontologie durch diese Lehre die derzeitig beste Erklärung finden, ja er bekämpfte diese Lehre sogar 1830 öffentlich. Wie mahnen solche tragischen Momente, an denen die Geschichte der Biologie so reich ist, mit prophetischen Aeusserungen zurückzuhalten! Allermeist war es so, dass die grössten Thaten und fruchtbarsten Gedanken nur sehr langsam Eingang gefunden haben, und das ist verständlich, wenn man bedenkt, dass ganz allgemein das Ungewöhnte, das zu weit von dem allgemein bekannten Abliegende abgelehnt oder doch nur widerwillig aufgenommen wird. Darin liegt es auch zum Theil, dass ein Rückblick auf die Entwickelung einer Wissenschaft anders gefärbt ausfallen muss, je nach der Zeit, in welcher ein solcher erfolgt.

Nur wenn eine grosse Leistung ganz augenfällig und durch ihre praktische Bedeutung in die Sinne fährt, wie die Entdeckung der Röntgen-Strahlen, ist eine sofortige Anerkennung gewiss, je mehr aber zur Erkenntniss eines Fortschrittes die Denkthätigkeit nothwendig ist, und je weiter ein solcher von dem durch Erziehung und Unterricht Gewordenen abliegt, um so schwieriger wird es, ihn zur Anerkennung zu bringen, weil es hier nicht sinnfällige Keulenschläge sind, die uns zur Anerkennung zwingen, dann also die lebenserhaltende Gewohnheit entgegenwirkt. Wir wissen den Werth des Erreichten für das Künftige nicht im Voraus zu ermessen: vielleicht

schlummert in heute kaum Beachtetem die Grösse der Biologie des 20. Jahrhunderts!

Eins aber dürfen wir aus der Geschichte der Biologie schliessen, die uns lehrt, dass den heutigen echten Naturforscher nur das Denken und die Arbeit auf Grund der genau geprüften Erfahrung zu befriedigen vermag, dass nämlich die Devise der weiter fortschreitenden Naturwissenschaft dieselbe bleiben wird wie am Ausgange des 19. Jahrhunderts, und diese lautet in Anlehnung an einen Ausdruck Schwendener's:

> „Was die naturwissenschaftliche Forschung aufgiebt an weltumfassenden Ideen und an lockenden Gebilden der Phantasie wird ihr reichlich ersetzt durch den Zauber der Wirklichkeit, der ihre Schöpfungen schmückt."



Druck von G. Bernstein in Berlin.

Allgemein-verständliche
naturwissenschaftliche Abhandlungen.
Heft 26.

Die

Farben in der Pflanzenwelt.

Von

M. Möbius.

Sonder-Abdruck aus der „Naturwissenschaftl. Wochenschrift"
Redaction: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1900.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Die Vegetation erfreut im Allgemeinen unser Auge um so mehr durch ihre Färbung, je mannigfaltiger dieselbe ist: hellgrüne Wiesen zwischen dunklen Wäldern, bunte Blumen auf grüner Wiese, grell gefärbte Pilze auf dunklem Waldesboden, die grünen, gelben, braunen, rothen Töne des herbstlich gefärbten Waldes sind Beispiele solcher Bilder, die durch die Gegensätze oder die Verschiedenheit der Färbung ein ästhetisches Wohlgefallen erregen. Mannigfaltig nun, wie die Farben selbst, sind auch die Mittel, welche die Natur anwendet, um jene zu erzeugen: einen Ueberblick darüber zu geben, erscheint als eine lohnende Aufgabe und soll in Folgendem versucht werden.

Zunächst ist festzustellen, dass die färbende Substanz niemals ein ganzes Organ gleichmässig durchsetzt, dass also ein grünes Blatt nicht gleichmässig grün gefärbt ist, wie ein in grüne Farbe getauchtes Papier, wie es wohl für die naive Anschauung den Anschein haben mag. Vielmehr ist die Farbe bei den Pflanzen immer an bestimmte Theile der Zellen gebunden, aus denen sich bekanntlich jedes Organ aufbaut. Und zwar sind hier drei, in der Natur auch verwirklichte Möglichkeiten vorhanden: 1. die Farbe ist in dem wässerigen Zellsaft gelöst, während die geformten Bestandtheile der Zelle farblos sind; 2. die Farbe ist an gewisse geformte Inhaltsbestandtheile der Zelle gebunden, 3. die feste Haut oder Membran der Zelle ist der Sitz der Färbung, während der ganze Zelleninhalt farblos ist; an diesen letzten schliesst sich der nur selten vorkommende Fall, dass die färbende Substanz in pulveriger Form der Zellhaut äusserlich aufsitzt. Diese einfachen Verhältnisse kann aber die Natur zunächst combiniren, indem z. B. in einem Blatt die einen Zellen rothgefärbten Saft, die andern grüngefärbte Chlorophyllkörner enthalten oder auch indem beides in derselben Zelle neben einander auftritt. Es kann ferner dadurch, dass ungefärbte Zellenschichten über den gefärbten liegen, oder dass die Bekleidung mit Haaren oder reifarti

Ueberzüge die Färbung mehr oder weniger verdecken, eine grosse Variation in der Abtönung einer Farbe hervorgerufen werden, sodass wir die Mittel der Natur zur Mischung und Abtönung der Farben mit den Künsten eines geschickten Malers vergleichen können und die wirklich zu beobachtenden Verhältnisse zu mannigfaltig sind, um einzeln beschrieben zu werden. Auch dürfte es nicht zweckmässig sein, sich nach diesen anatomischen Verhältnissen zu richten, wenn wir die verschiedenen Vorkommnisse zu einem Ueberblick ordnen wollen, vielmehr werden wir besser thun, einzelne Gruppen von Pflanzen und von pflanzlichen Organen zu bilden und diese kurz nach einander zu besprechen.

Wir beginnen mit den sogenannten niederen Pflanzen und betrachten zunächst die Pilze und Flechten. Bei den ersteren sind die eigentlichen vegetativen Theile, das Mycelium, gleich dem Wurzelwerke einer krautigen Pflanze, dem es ja auch in der Function entspricht, in der Regel ungefärbt, die Fruchtkörper und Sporen haben aber in den weitaus meisten Fällen eine charakteristische Farbe. Dieselbe hat ihren Sitz entweder in der Membran oder im Zelleninhalt oder in beiden zugleich, seltener ist der Farbstoff aussen auf der Membran ausgeschieden. Die Pilzfarbstoffe*) sind meistens anderer Natur als die der höheren Pflanzen und noch keineswegs genügend erforscht, sodass wir uns mit der Erwähnung einiger Beispiele begnügen müssen. Eine besondere Gruppe von Farbstoffen heisst Lipochrome oder Fettfarbstoffe, desswegen, weil die, meist gelben oder rothen, Farben an Tropfen fetten Oels im Innern der Pilzzellen gebunden sind, so z. B. in den Sporen der Rostpilze, die ja gerade dem rostrothen Aussehen ihrer Fruchtkörper ihren Namen verdanken, in den Fruchtkörpern des gelben Hornschwammes (Calocera viscosa) und des orangefarbenen Becherpilzes (Peziza aurantiaca). Von Flechten gehört hierher Baeomyces roseus mit seinen gestielten, kopfförmigen Fruchtkörpern von rosenrother Farbe. Für das Vorkommen eines Farbstoffs im Zellinnern, der nicht an Fetttröpfchen gebunden ist, können wir als Beispiel den blutrothen Becherpilz (Peziza sanguinea) anführen. — Häufiger sind die gefärbten Membranen Ursache der charakteristischen Farbe des Pilzes oder der Flechte, so bei der rothen Haut, die den Hut des Fliegenpilzes (Amanita muscaria) überzieht,

*) Nach W. Zopf. die Pilze (Breslau, 1890) S. 143 ff.

bei den rothen Hüten gewisser Täublinge (Russula-Arten), bei dem fleischrothen Sporenlager der Nectria cinnabarina, den rothen Köpfchen der Korallenflechte (Cladonia coccifera), dem grünen Mycelium der Peziza aeruginosa, das das ganze von ihm befallene Holz selbst grün erscheinen lässt, beim Mutterkorn (Claviceps purpurea), dessen hornförmige Sklerotien aussen dunkel-violett gefärbt sind. Für die gelbgefärbte Flechte Nephoroma lusitanica dagegen ist nachgewiesen, dass der gelbe Farbstoff den Membranen in Form von kleinen gelben Krystallkörnchen aufgelagert ist. Wenn nun auch die Arten derselben Gattung oft in der Art und Weise des Auftretens des Farbstoffs übereinstimmen, so ist dies, wie uns schon die erwähnten Peziza-Arten zeigen, nicht immer der Fall, und man kennt noch keine Regeln für das Verhalten der Pilze in dieser Hinsicht, sodass jede Art speciell darauf zu untersuchen ist, ob der Farbstoff im Innern der Zelle, in oder auf den Zellwänden vorkommt und zu welcher Gruppe von chemischen Körpern er gehört.

Ganz anders und durch die hier herrschende Regelmässigkeit in der Vertheilung der Farbstoffe viel interessanter verhalten sich die Algen. Erstens nämlich ist der Farbstoff hier immer an plasmatische Inhaltsbestandtheile der Zelle gebunden, zweitens sind die nach ihren morphologischen Verhältnissen und ihrer Fortpflanzungsweise zu unterscheidenden Ordnungen von Algen auch durch ganz bestimmte Farben charakterisirt, und drittens ist als Farbstoff immer das Chlorophyll oder Blattgrün vorhanden, entweder allein oder mit einem anderen Farbstoff gemischt. Und so unterscheiden wir:

1. Cyanophyceen, bei denen neben dem Chlorophyll ein meistens blaugrüner, seltener blauer, olivengrüner, violetter, rosenrother, gelblicher oder bräunlicher Farbstoff vorkommt, der an die ganze äussere Plasmaschicht, die den farblosen plasmatischen Centralkörper umgiebt, gebunden ist. Der spangrüne, fädige Ueberzug, den man auf Blumentöpfen oder in schmutzigen Gräben findet, rührt von solchen Algen her.

2. Chlorophyceen, rein chlorophyllgrüne Algen, bei denen der Farbstoff, also hier das Chlorophyll, ohne alle Beimengung, an besondere, eigenthümlich und verschiedenartig geformte, protoplasmatische Träger im Zellinnern gebunden ist, wie bei allen Folgenden; man nennt diese Farbstoffträger Chromatophoren und hat in ihnen sehr wichtige Organe für das Leben der Pflanzen erkannt. Wohl jedermann hat schon diese grünen Algen

in unsern Bächen, Flüssen und Teichen oder in Aquarien beobachtet.

3. Diatomeen; das Chlorophyll wird hier durch einen gelbbraunen Farbstoff verdeckt und deshalb bilden diese winzigen Algen, wenn sie in grosser Masse auftreten, braune Ueberzüge auf Steinen oder Pflanzen in Bächen, Teichen und anderen Wasseransammlungen.

4. Hier würden sich noch die Peridineen mit einem braunen Farbstoff und einige andere kleinere Algengruppen anschliessen, deren Vertreter aber im Allgemeinen zu vereinzelt auftreten, um in der Färbung der Vegetation eine Rolle zu spielen. Doch verdient erwähnt zu werden, dass die genannten einzelligen Peridineen in gewissen Meeresgebieten so massenhaft an der Oberfläche des Wassers auftreten, dass es dadurch eine schmutzig braungrüne Färbung annimmt.

5. Phaeophyceen oder Brauntange des Meeres. Wie bei den vorigen ist es ein brauner Farbstoff, der mit dem Chlorophyll in den plasmatischen Farbstoffträgern vereinigt, diesen eine braune Färbung in verschiedenen Nüancen vom hellen Braungelb bis zum Dunkelbraun verleiht und dadurch die Algen in verschiedenen Tönen des Braun bis zum Olivengrün färbt, wobei noch andere in den Zellen vorhandene Stoffe eine gewisse Rolle spielen.

6. Rhodophyceen oder Rothtange des Meeres. Das Chlorophyll wird vollständig durch einen rothen Farbstoff verdeckt und die Chromatophoren zeigen alle Töne von rosa bis violett oder blauroth, sodass auch die Pflanzen selbst in den verschiedensten Nüancen des Roth gefärbt erscheinen und so als die Blumen des Meeres auftreten, wesswegen sie auch Florideen genannt worden sind. Andererseits erinnert ihr Laub in manchen Fällen an die rothgefärbten Blätter gewisser Stauden und Holzpflanzen, bei denen aber die rothe Farbe auf eine ganz andere Weise zu Stande kommt.

Denn in den Blättern höherer Pflanzen, von den Moosen an aufwärts, finden wir nur rein grün gefärbte Chromatophoren in Form kleiner Körner, die wir dann eben als Chlorophyllkörner bezeichnen.*) Das Grün, welches für die

---

*) Es kommen auch farblose Chromatophoren vor. Bemerkenswerth ist, dass dieselben bei der Nestwurz (Neottia Nidus avis) braune Farbstoffkrystalle umschliessen und dadurch die bräunliche Färbung der Pflanze erzeugen. Ob die braune Farbe der Orobanchen auf dieselbe Weise entsteht, schei[illegible]icht untersucht zu sein.

Vegetation so charakteristisch ist, wird also bei allen diesen Pflanzen dadurch hervorgerufen, dass in gewissen Zellen, besonders denen der Blätter, aus Protoplasma bestehende Körner vorhanden sind, die mit einem gewissen, Chlorophyll genannten Farbstoff von bestimmten chemischen Eigenschaften durchtränkt sind.

Blicken wir aber nun in ein Gewächshaus oder in einen Park,*) in dem gerade durch die Mischung verschiedenartig gefärbter Bäume, dunkler Tannen, heller Birken, grauer Weiden und anderer Sorten, effectvolle Gegensätze und Schattirungen hervorgerufen werden, so fragen wir wohl, wie ist es möglich, dass alle diese Nüancen durch dasselbe Chlorophyll erzeugt werden? Und doch ist es so, insoweit es sich wirklich um Grün handelt, nicht um die rothen Töne, die wir an jungen Trieben im Frühling sehen, oder um die Blutvarietäten oder um die gelbe, braune oder rothe Herbstfärbung handelt. Untersuchen wir ein hellgrünes, graugrünes oder dunkelgrünes Blatt unter dem Mikroskop, so sehen wir in allen Fällen dieselben Chlorophyllkörner von der gleichen grünen Farbe.**) Nur bei den panachirten Blättern***) zeigen die Chromatophoren in den blassen Theilen auch selbst eine blassere Färbung, indem alle Uebergänge von dem normalen Grün durch das Gelbliche bis zur völligen Farblosigkeit auftreten, sodass in den weissen Stellen auch ungefärbte und dabei kleinere Chromatophoren vorhanden sind.

Die helle, rein grüne Farbe der Blätter im Frühling zeigt am besten die Eigenfarbe des normalen Chlorophylls,

---

*) Noch grösser ist die Mannigfaltigkeit im tropischen Urwald, wie sie Haberlandt in seiner botan. Tropenreise (S. 106) erwähnt: „es herrscht eine grosse Abwechselung der Farbennuancen vom tiefen Schwarzgrün bis zu einem fahlen Grüngelb, ja selbst Weissgelb“.

**) Es ist freilich sehr schwer, durch mikroskopische Untersuchungen festzustellen, ob der Ton des Grüns bei den einzelnen Chlorophyllkörnern in dunkelgrünen und hellgrünen Blättern derselbe ist, ich habe aber bei meinen Beobachtungen keinen Unterschied wahrnehmen können und bin zu der Ueberzeugung gekommen, dass der wesentliche Grund für die Abtönung des Grüns nicht in der Färbung der Chromatophoren, sondern in accessorischen Eigenschaften der betreffenden Organe liegt. Meines Wissens hat noch Niemand die Sache untersucht, abgesehen von dem bekannten Einfluss der Wachsüberzüge, Haare, Lufteinschlüsse u. s. w., von denen nachher auch die Rede ist und die ausführlicher besprochen sind in Kny's interessantem Aufsatze: „über Laubfärbungen“ in dieser Zeitschrift, 1889, Bd. IV, Nr. 14 und 16.

***) conf. Zimmermann in der deutschen botan. Gesellschaft 1890, Bd. VIII, S 95.

die dunkleren Töne werden dadurch hervorgerufen, dass mehr oder weniger undurchsichtige Schichten über dem eigentlichen grünen Gewebe liegen, abgesehen davon, dass die durch den Zuwachs der Zweige weiter ins Innere der Krone zu liegen kommenden Blätter durch die Beschattung von den äusseren Theilen her auch dunkler erscheinen. Besonders zu beachten ist, dass bei allen höheren Pflanzen, den Blüthenpflanzen insbesondere, die Chlorophyllkörner noch nicht in der obersten Blattschicht gefunden worden, sondern dass eine ungefärbte Epidermis über dem grünen Gewebe liegt. Bei den Farnen ist dies meistens nicht der Fall und schon deshalb zeigen dieselben so häufig ein lebhafteres Grün; zudem sind ihre Blätter dann auch zarter und durchsichtiger. An unseren Sträuchern und Bäumen ist die Epidermis des jungen Blattes zart und durchsichtig wie Glas, später aber werden die Membranen derber und nehmen wohl auch eine gelbliche Farbe an; auch der Inhalt der Epidermiszellen kann trüber werden. So ist es auch mit den Zellenwänden und dem Zelleninhalt des übrigen Gewebes des Blattes und wenn solche Unterschiede auch mikroskopisch kaum zu sehen sind, so wirken sie doch in der Vereinigung, machen das ganze Blatt derber und undurchsichtiger und in Folge dessen erscheint das Grün dunkler. Je länger nun ein Blatt sich an seinem Zweige befindet, um so mehr Staub lagert sich auf ihm ab und es bildet sich allmählich eine Kruste, die auch durch den Regen nicht abgewaschen wird. In der Nähe der Häuser ist viel Kohlenstaub vorhanden, und diesen findet man als eine ganze schwarze Kruste auf den Nadeln der Coniferen, wenn sie schon ein Jahr oder gar mehrere Jahre am Baume sitzen: kein Wunder, dass sie fast schwarz aussehen: Jedoch werden sie nach dem Abwaschen immer noch nicht so hell, wie die Nadeln der jungen Triebe: es kommt eben die erwähnte geringere Durchsichtigkeit der älteren Gewebe hinzu und die unebene Oberfläche. Auch dieser letzte Punkt ist in Betracht zu ziehen: junge Blätter sind meistens viel glätter als ältere und die Runzlichkeit macht dunkler, sie bewirkt auch, dass der Staub in den Runzeln viel fester haften bleibt.

Ausser diesem fremdartigen, unbeabsichtigten Ueberzug von Staub kommt aber auch bei vielen Blättern ein normaler Ueberzug vor, der aus einer Wachsausscheidung auf der Aussenfläche der Epidermis besteht und in allen Abstufungen vom zarten Reif bis zur dicken, 5 mm starken, festen Kruste auftritt. Ihm verdanken

viele der grauen Blätter ihr eigenthümliches Aussehen, z. B. die Silberweide (Salix argentea), während andere Blätter durch verschiedenartige Haare grau erscheinen. Treten diese Haare als feine Schüppchen auf, wie beim Sanddorn (Hippophaë rhamnoides), so ist ein solcher Ueberzug bei der Betrachtung mit blossem Auge leicht mit einem Wachsüberzug zu verwechseln. Wollhaare dagegen, die einen dichten Filz bilden können, sind in der Regel leicht zu erkennen, sie lassen die Blattfläche manchmal fast weiss erscheinen, wie z. B. die Blattunterseite des Huflattichs (Tussilago farfara). An und für sich sind ja die Haarzellen farblos und durchsichtig, allein ihre Zellen füllen sich mit Luft und alle diese Luftblasen bringen gerade so eine weisse Farbe hervor wie die Blasen, die den Schaum des Bieres bilden. So spielt denn auch die in dem Blatt selbst zwischen den Zellen eingeschlossene Luft eine Rolle in der Blattfärbung; vor allem sehen wir deshalb die Blattunterseite häufig so matt gefärbt, weil im unteren Theile des Blattes, auf dem Durchschnitt gesehen, das Gewebe schwammartig ausgebildet und mit vielen lufterfüllten Zwischenräumen durchsetzt ist, während oben die Zellen pallisadenartig aneinander schliessen. — Einen prächtigen, seideartigen Glanz mit goldigem Schimmer zeigen auf der Unterseite die Blätter der brasilianischen Malpighiacee Heteropteris chrysophylla; er wird dadurch hervorgebracht, dass die spitzen Haare in paralleler Richtung der Blattfläche angeschmiegt sind und dass die Membranen der Haarzellen theilweise eine gelbliche Färbung angenommen haben, alle Haare aber eine grosse glänzende Luftblase enthalten. Anders ist es bei den Gold- und Silberfarnen (Gymnogramme chrysophylla und tartarea), bei denen der Gold- resp. Silberüberzug auf der Unterseite der Wedel von einer durch besondere Papillen secernirten gelben oder weissen wachsartigen Substanz erzeugt wird.

Wenn die Haare vertrocknen, ihre Zellen collabiren und deren Wände sich bräunen, so erhalten wir eine mehr oder weniger intensive bräunliche Färbung der Blätter, die wiederum häufiger auf deren Unterseite auftritt, z. B. bei der rostfarbenen Alpenrose (Rhododendron ferrugineum). Gedenken wir schliesslich der wie mit Thautropfen übersäeten Blätter des Eiskrautes (Mesembryanthemum crystallinum), bei dem grosse blasenförmige, mit Wasser erfüllte Haare auftreten, so haben wir jetzt genug der Beispiele für die Modificationen in der grünen Färbung des Blattes.

Eine besondere Abtheilung bilden die sogen. bunten Blätter*) der bei vielen als Zierde des Blumentisches oder Gewächshauses bekannten Blattpflanzen, wie Begonien, Dracaenen, Scitamineen u. a. Soweit hier nicht die schon oben erwähnte Panachirung in Betracht kommt, wozu auch die meistens fleckenweise auftretende Gelbfärbung zu rechnen ist, handelt es sich um rothgefärbte Blätter. Hierher gehören auch die Blutvarietäten verschiedener Bäume, wie der Hasel und Buche. Solche Blätter unterscheiden sich von den normalen nur dadurch, dass ihre Oberhaut roth gefärbten Zellsaft enthält, der das darunter liegende Grün nicht erkennen lässt. Ist nur die Unterseite des Blattes mit einer solchen rothen Oberhaut überzogen, so entstehen die auffallend zwiefach gefärbten Blätter, die mancher Pflanzenart, wie z. B. einer Tradescantia, den Namen discolor eingetragen haben. Doch kann sich die rothe Färbung des Zellsaftes auch auf die Zellen des mittleren Blattgewebes, die zu gleicher Zeit Chlorophyllkörner führen, erstrecken. Selten wird die rothe Farbe der Blattunterseite durch die gefärbten Zellmembranen hervorgebracht, wie bei den schwimmenden Blättern der bekannten Eichhornia (Pontederia) crassipes.**)

Während man unseren Gärten besonders durch einen reichen Blumenflor eine rechte Farbenpracht zu verleihen sucht, scheint man in den Tropen viel mehr bunte Laubblätter zu cultiviren, als bei uns, wenigstens ist dies Haberlandt, wie er in seiner botanischen Tropenreise berichtet (S. 16), in den Gärten und Parkanlagen von Ceylon und Java überall aufgefallen. In den Tropen kommt dann noch ein anderer Umstand hinzu, der eine grössere Abwechselung in die Laubfärbung der immergrünen Blattmassen bringt, nämlich die häufigere Rothfärbung der jungen Blätter. Wir beobachten auch bei uns diese Erscheinung, die besonders schön an manchen Eichentrieben am Boden des Waldrandes hervortritt. Tropische Pflanzen zeigen es aber noch viel schöner, wie man z. B. beim Austreiben eines Zimmtbaumes sehen kann. Die zarten jungen Blätter haben schon fast ihre definitive Grösse erreicht, sie hängen aber

*) Gute farbige Abbildungen findet man in den Arbeiten über die Farben bunter Laubblätter von C. Hassack (Botanisches Centralblatt, 1886, Bd. 28) und Th. W. Engelmann (Botanische Zeitung 1887).

**) Nach Hildebrandt in den Berichten der deutsch. botan. Gesellschaft, 1883, Bd. I, S. XXVII.

noch schlaff herab und heben sich in ihrem prächtigen Rosa von den hellgrünglänzenden älteren Blättern, mit höchst anziehender Contrastwirkung ab. Die Rothfärbung beruht darauf, dass die Zellen, welche später die meisten Chlorophyllkörner führen, die sogenannten Pallisadenzellen des Blattes, anfangs farblose Chromatophoren, aber einen rothgefärbten Zellsaft enthalten. Letzterer verschwindet sodann in dem Maasse, als die Chromatophoren sich grün färben und durch Theilung vermehren. Auch andere Zellen im inneren Blattgewebe verhalten sich ähnlich, während die Epidermiszellen von Anfang an farblos sind.

Dieser hier nur an einigen Beispielen angedeuteten Frühlingsfärbung der Blätter, — wenn wir von unseren Verhältnissen diesen Ausdruck auch auf die tropischen übertragen dürfen — steht nun die Herbstfärbung des Laubes gegenüber, deren schönste Entfaltung in Nordamerika beobachtet werden soll; vielleicht hängt dies mit dem Herrschen einer schönen und milden Witterung, des sogen. indian summer, vor dem Eintreten der winterlichen Ruhe zusammen. Natürlich ist überhaupt nur, wenn letztere vorhanden, von einer allgemeinen Herbstfärbung die Rede, nicht in den tropischen Gebieten mit constant gleich warmem und feuchtem Klima und nicht in den Gebieten, wo die Vegetation durch eine Trockenzeit unterbrochen wird: im letzteren Falle verdürren einfach die Blätter ohne sich zu verfärben. In Deutschland mag oft schon früh eintretende Kälte und häufiger Regen im Herbst die Ursache sein, dass die Herbstfärbung nicht die Schönheit der nordamerikanischen erreicht. Bekanntlich verfärben sich die grünen Blätter vor dem Abfallen oft in gelben, braunen oder rothen Tönen und die Vorgänge im Blatte sind dabei folgende.

Bei der Gelbfärbung findet eine Zersetzung des Chlorophyllfarbstoffs unter gleichzeitigem Zerfall der Chromatophoren statt, sodass man kleine gelbe Körner nebst farblosen und gelben Oeltropfen an Stelle der früher dort vorhandenen grösseren grünen Körner liegen sieht. Wenn diese Desorganisation des Zellinhaltes gleich in stärkerem Grade eintritt, so bilden sich bräunliche, ballige Massen in den Zellen und man sieht die Blätter sich braun färben. Die Rothfärbung dagegen, wie wir sie so schön an manchen Eichen beobachten, wird, ebenso wie die Frühjahrsfärbung, durch das Auftreten eines rothen Zellsaftes in dem chlorophyllführenden Gewebe hervorgebracht, auch hier ohne dass sich die Epidermis an der Färbung betheiligt.

Hiermit glauben wir die wichtigsten Modificationen in der Färbung des ursprünglich rein grünen Laubblattes, wenn auch nicht beschrieben, so doch erwähnt zu haben. Es dürfte daraus hervorgehen, dass die Mittel, welche die Natur zur Hervorbringung dieser Modificationen verwendet, verhältnissmässig einfach sind, insofern von Farben eigentlich nur das gewöhnliche Chlorophyllgrün und der rothe Zellsaft verwendet werden, wozu noch die Bräunung der Membranen kommt, das Andere sind farblose Gebilde, wie die Haare, oder einfache Zerfallproducte des Chlorophylls. In ähnlich einfacher Weise behilft sich die Natur bei der Bildung der so mannigfachen Blüthenfarben, die unser Auge entzücken und jetzt einer kurzen Betrachtung unterworfen werden sollen.*)

Während wir bei den Blüthen alle nur möglichen Farben vorfinden und, wenn wir dieselben in Gruppen bringen, immer noch unterscheiden können weisse und schwarze, braune, gelbe, rothe, blaue und violette Töne, so sind an der Hervorbringung derselben abgesehen vom Chlorophyll eigentlich nur zwei Stoffe betheiligt, nämlich das Blumengelb und das Blumenroth und zwar wird dies auf folgende Weise möglich. Zunächst ist das Weiss auszuscheiden, weil die Natur zur Erzeugung desselben keiner besonderen Farbe bedarf, sondern Organe, die aus farblosen Theilen bestehen und Luft eingeschlossen enthalten, weiss erscheinen, und so finden wir bei weissen Blüthen zwischen den farblosen Zellen grosse, lufterfüllte Intercellularräume.

Die gelben Farben sodann werden eigentlich durch zweierlei Stoffe erzeugt, von denen der eine aber überwiegend häufig, der zweite so selten gefunden wird, dass er fast vernachlässigt werden kann. Dieser zweite, ein gelb gefärbter Zellsaft, kommt in hellgelben Blüthen der Dahlien, den Blüthen von Verbascum nigrum, Antirrhinum majus und einigen echten Acacien vor. Meistens aber ist der gelbe Farbstoff, das Anthoxantin, wie das Chlorophyll, an besondere Chromatophoren gebunden, die als kleine Körnchen in grösserer oder geringerer Menge im Protoplasma der Zellen auftretend, dementsprechend dunklere oder hellere Töne erzeugen, so bei den vielen gelben Compositen, Papilionaceen u. a. Als eine Modification dieser gewöhnlichen Anthoxantinkörner können wir wohl die unregelmässig eckigen oder spindelförmigen

---

*) conf. A. Hansen, Die Farbstoffe der Blüthen [illegible] ...chte Würzburg 1884.

orangenen Farbstoffkörper in den Blumenblättern der Kapuzinerkresse (Tropaeolum majus) und der Feuerlilie (Lilium croceum) betrachten*). Ferner ist noch zu erwähnen, dass bei den fettglänzenden gelben Ranunculusblüthen die Körnchen zu einer ölartigen Masse zerfliessen.

Im Gegensatz zum Blumengelb ist das Blumenroth meistens nicht an Chromatophoren gebunden, sondern im Zellsaft gelöst, wie wir dies schon an den bunten Laubblättern kennen lernten, und ist offenbar derselbe Stoff wie das Blumenblau und -violett, indem, wie beim Lakmus, die verschiedene Färbung durch die Anwesenheit sauer oder alkalisch reagirender Körper bedingt wird, daher man auch alle diese Farben mit dem Namen Anthocyan bezeichnet. Bekanntlich kann man rothblühende Hortensien durch Zusatz alkalischer Eisensalze zu dem Erdboden in blaublühende verwandeln. Alle Töne vom Roth durch Violett in Blau werden also durch denselben Stoff hervorgerufen, der theils selbst diese verschiedenen Töne annimmt, theils die Mischfarbe Violett dadurch erzeugt, dass Zellen mit rothem, blauem und violettem Saft an derselben Stelle durcheinander gemengt auftreten, wie z. B. bei der dreifarbigen Winde (Convolvulus tricolor),**) theils rothe und blaue Zellschichten übereinander liegen, wie ich es z. B. bei Viola odorata im unteren Kronblatt fand, dessen Epidermis blauen und dessen hypodermale Schicht rothen Zellsaft enthält.

Nun kommen aber noch andere Verhältnisse in Betracht. Zunächst ist es klar, dass je nach der Concentration des Zellsaftes beim Anthocyan und, wie schon erwähnt, der Anhäufung von Anthoxanthinkörnern hellere und dunklere Töne entstehen werden; so rufen Zellen mit sehr concentrirtem violettem Zellsaft in mehreren Lagen über einander die schwarzen Töne hervor, die wir in einigen Fällen beobachten, z. B. an den schwarzen Flecken in der Blüthe der Saubohne (Vicia faba). Ferner entsteht ein Unterschied im Ton, wenn der Farbstoff in der Oberhaut enthalten ist oder in den tieferen Zellschichten und durch eine farblose Oberhaut gedämpft ist, überhaupt wenn nur eine Zellschicht oder wenn mehrere Schichten gefärbt sind. Hier kann auch erwähnt werden, dass die Gestalt der Oberhautzellen insofern von Einfluss ist, als papillenförmig verlängerte, sich in der-

---

*) conf. Strasburger, das botanische Practicum (1884). S. 59.
**) Oder bei Iris sibirica, für die es Dodel-Port auf der betreffenden Wandtafel sehr schön abbildet.

selben Richtung neigende Zellen das sammetartige Aussehen der gefärbten Blumenblätter bewirken. Drittens ist von grosser Wichtigkeit die Combination von Farben, denn feuerrothe Töne wie bei Tulpen und manchen Mohnarten können nicht durch das carminrothe Anthocyan allein entstehen, wohl aber, wenn neben demselben noch Anthoxanthin auftritt und zwar kann, z. B. bei Tulipa Gesneriana, dieselbe Zelle rothen Saft und gelbe Körnchen enthalten. In entsprechender Weise entsteht natürlich Rothgelb oder Orange, wenn zu dem Anthoxanthin noch Anthocyan im Zellsaft kommt. Aber auch blaues Anthocyan kann sich mit dem Anthoxanthin combiniren und ruft dann die ins Bräunliche oder Grünliche spielenden violetten Töne hervor. Dagegen werden grüne Blüthen nicht etwa durch Mischung von gelben und blauen Farben gefärbt*), sondern durch das gewöhnliche Chlorophyllgrün, das aber nun auch wieder Mischfarben erzeugen kann, wenn es neben den anderen auftritt, z. B. neben Gelb oder Roth. So kommt z. B. die bräunliche Farbe der Stachelbeerblüthen dadurch zu Stande, dass die Oberhautzellen mit rothem Zellsaft erfüllt sind, die darunterliegenden Zellen aber Chlorophyllkörner enthalten, und ebenso fand ich es bei den braunen Flecken auf grüngelbem Grunde an den Blüthenblättern einer Orchidee (Oncidium unguiculatum), während in anderen Fällen eine ähnliche braune Farbe durch Zusammenwirken von violettem Zellsaft mit gelben Anthoxanthinkörnern hervorgebracht wird (z. B. bei einer braungefleckten gelben Epidendron-Blüthe).

Die Farbstoffe der Früchte, besonders soweit es sich um Beeren und andere fleischige Früchte handelt, schliessen sich so eng an die der Blüthen an, dass die für letztere gemachten Angaben im Wesentlichen auch für die ersteren gelten können. Es handelt sich also auch hier meistens um gelbe, durch Anthoxanthin gefärbte Chromatophoren und das im Zellsaft gelöste Anthocyan, um die Combination dieser beiden mit einander oder mit dem gewöhnlichen Chlorophyll. Eine Ausnahme machen gewisse scharlachrothe Früchte, wie die von Crataegus coccinea, eines aus Nordamerika eingeführten Weissdorns, die der Hagebutte, des Spargels, der Tomaten: sie enthalten spindelförmige oder un-

---

*) Wenigstens kommt dies nur selten vor, wie z. B. an den grünlich gefärbten Spitzen der Kronblätterunterseiten von Ranunculus Ficaria (wie ich im botanischen Centralblatt 1885, Bd. [illegible] erwähnt habe).

regelmässig eckig ausgezogene oder auch rundliche Körper, welche mit einem orangefarbenen oder feuerrothen Stoff tingirt sind, die sich also an die oben erwähnten Farbstoffkörper in der Blüthe der Kapuzinerkresse anschliessen.*)

Wie ferner bei Blüthen in einzelnen seltenen Fällen der blaue Farbstoff in fester Form auftritt, so kommt das auch bei blauen Früchten vor. So wird angegeben, dass in den Früchten eines Nachtschattens, Solanum americanum, intensiv violette Farbstoffkrystalloïde in Form rhombischer oder sechsseitiger dünner Tafeln gefunden werden und dass in fast schwarz gefärbten Brombeeren ein fester tiefblauer Farbstoff sich in besonderen Bläschen abscheidet: es scheint, dass die Concentration des blauen Anthocyans in einigen Vacuolen, deren Zellsaft davon gefärbt ist, so weit geht, dass bei einer geringen Abnahme des lösenden Wassers eine Ausscheidung des gelösten Farbstoffs in fester Form eintritt. Andererseits finden wir auch in gewissen Früchten, wie bei einzelnen Blüthen die gelbe Farbe nicht durch Anthoxanthin, sondern durch einen gelben Zellsaft erzeugt, so ist es bei den Citronenschalen, deren Zellen also keine gelben Chromatophoren, sondern einen im Zellsaft gelösten gelben Farbstoff enthalten. So können wir denn jetzt die Farbstoffe der Blüthen und Früchte, deren sich die Natur zur Hervorbringung der grossen Farbenmannigfaltigkeit derselben ausser dem Chlorophyll bedient, wenn wir von den combinirten Farben absehen, folgendermaassen zusammenfassen:**)

1. Blaue, violette und rosenrothe Farbstoffe, als Anthocyan bezeichnet, sind im Zellsafte gelöst und nur zuweilen findet sich der blaue Farbstoff in Krystallen oder Körnern ausgeschieden, aber nicht an Chromatophoren gebunden.

2. Orange- und ziegelrothe Farbstoffe kommen selten vor und zwar a) im Zellsaft gelöst, b) in amorphem oder krystallinischem Zustande an plasmatische Träger gebunden, c) in Krystallen oder Krystalloïden, die frei im Zellsaft liegen.

3. Gelbe Farbstoffe treten in zweierlei Form auf und zwar a) seltener im Zellsaft gelöst, b) gewöhnlich in amorphem Zustande an Chromatophoren gebunden, als sogenanntes Anthoxanthin oder Xanthin.

---

*) Strasburger, l. c. S. 64.

**) Man vergleiche die Arbeit von Courchet in den Annales des sciences naturelles. Botanique. Sér. VII, T. 7.

Während also Blüthen und Früchte eine grosse Uebereinstimmung hinsichtlich der stofflichen Ursachen, auf denen ihre Farben beruhen, zeigen, stehen zu ihnen im Gegensatz die Samenschalen, an welchen ja auch sehr oft lebhafte und intensive Farben auftreten. Im Allgemeinen nämlich können wir sagen, dass hier die Färbung häufiger ihren Sitz in der Membran der Zellen als in dem Inneren derselben hat. Ueber die Beschaffenheit der verschiedenen in Betracht kommenden Stoffe sind wir noch wenig unterrichtet und können darum auch weniger allgemein Gültiges aussagen.

Von den weniger häufigen Inhaltsbestandtheilen der Zellen können wieder flüssige und feste unterschieden werden. Von den flüssigen wiederum kommt zunächst einer vor, der an das Anthocyan erinnert, indem er in rother und violetter Färbung auftritt und bei starker Concentration auch eine schwarze Farbe hervorruft; er soll bei Papilionaceen besonders häufig sein und wir finden ihn z. B. in den Samen von Abrus precatorius, den sogenannten Paternosterbeeren, in deren hellrothem Theile die Zellen von einem ebensolchen Zellsaft erfüllt sind, während in dem schwarzen Fleck der Zellsaft eine dunkelviolette Farbe angenommen hat, und, da man bei der pallisadenförmigen Gestalt der Zellen durch eine hohe Schicht hindurchsieht, den Eindruck von Schwarz hervorruft; die Zellenwände sind hier farblos. In ähnlicher Weise kommt die Färbung an den bunten Samen gewisser Gartenbohnen (Phaseolus) zu Stande. Für die rothen Samen des Spindelbaums (Evonymus japonicus) dagegen wird angegeben, dass ihre Oberhautzellen brennend orangegelbe Körperchen und ebenso gefärbte Oeltropfen führen: erstere sollen wirkliche Chromatophoren und letztere die Zerfallsproducte derselben sein. Dagegen findet man die braunen Farbstoffe im Innern der Zellen als feste farblose Massen, die eine Säurenatur zu haben scheinen, z. B. in den Leinsamen (Linum usitatissimum). Ferner sind bei den Samen der Purpurwinde (Ipomoea purpurea) die Epidermiszellen mit einer sepiabraunen Farbstoffmasse angefüllt und so fand ich es auch bei den Ricinussamen, bei denen aber auch stellenweise die Membranen braun gefärbt sind. Ueberhaupt sind ja braune Töne von hellbraun bis schwarz bei Samen häufig, werden aber in den meisten Fällen dadurch erzeugt, dass die Membranen von gewissen Farbstoffen durchtränkt sind, deren chemische Natur nach ihrer Auflöslichkeit in Wasser, Alkohol und Alkalien eine ver-

schiedene ist. Als Beispiele solcher bräunlicher Samen seien nur angeführt die des Tabaks (Nicotiana Langsdorfii Weinm.), des Löwenmauls (Antirrhinum majus L.), und der Gartenbalsamine (Impatiens Balsamina L.) nach Claudel*) und von schwarzen die des neuholländischen Flachses (Phormium tenax) [nach demselben Autor], deren Wände mit einem schwarzen, nur unter Druck in concentrirter Kalilauge auflöslichen Pigment imprägnirt sind. Bei ganz wenigen Pflanzen, wie der Melone (Cucumis Melo) und der Waldsimse (Luzula silvatica) sind Chlorophyllkörner angetroffen worden, und gerade dadurch, dass wirkliche Chromatophoren nur ausnahmsweise in den Samenschalen vorkommen, treten diese hinsichtlich ihrer Färbungsursachen in den schon erwähnten scharfen Gegensatz zu Blüthen und Früchten. Diesen wiederum schliessen sich die Gebilde an, welche man als Samenmantel oder Arillus bezeichnet, wie sie von vielen Papilionaceen, von der Muscatnuss, der Eibe (Taxus) bekannt sind, indem hier die Farbstoffe im Zellsafte gelöst oder an plasmatische Substanzen gebunden vorkommen. Man sieht also, dass sich das Verhalten der Pigmente nicht nach der morphologischen Natur des betreffenden Organs, sondern nach seiner äusseren Beschaffenheit richtet, sodass weiche, fleischige oder häutige Körper unter sich gleichartige, aber andere Farbstoffe besitzen als feste, leder- oder holzartige. Darum können wir denn auch beobachten, dass die Färbung der Samenschalen auf ähnlichen Principien beruht, wie die des Holzes und der Rinde und können von jenen nun zu diesen übergehen.

Im lebenden Baume sehen wir die der Zuwachsschichte oder dem Cambium zunächst liegenden, also die jüngsten Jahresringe des Holzes immer ungefärbt, die weiter innen liegenden Ringe heben sich aber von jenen durch eine dunklere Färbung ab, wie es schon bei der Eiche (Quercus robur), Walnuss (Iuglans regia), der Pflaume (Prunus) und Robinie (Robinia Pseudacacia) deutlich hervortritt: man kann hier also das junge farblose Holz als Splint von dem älteren, dunkleren, als dem Kernholz unterscheiden, während bei der Birke (Betula) und Tanne (Abies), das ältere Holz sich nicht dunkler färbt und die Bäume daher als Splintbäume bezeichnet werden. Immer sind es nun im Holze die

*) In Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris 1889, T. CIX S. 238—241.

Wandungen der Zellen oder der Gefässe, auf deren Färbung das dunklere Aussehen des Kernholzes beruht, ja sie allein können es auch sein, weil der Zelleninhalt in diesen älteren Holztheilen verschwindet und nur die festen Gerüste, die Membranen, übrig bleiben, welche dabei eben aus ihrem ursprünglichen Zustande, in dem sie aus Cellulose bestehen, in den der Verholzung übergegangen sind. Die Färbungen, welche dabei auftreten, sind gelb, braun, roth und schwarz in verschiedenen Tönen, hervorgerufen durch eigenthümliche, verschiedene chemische Stoffe, welche sich extrahiren lassen. Dieser Farbstoffe wegen, die aus ihnen zu gewinnen sind, oder aber ihrer schönen dunkelen Färbung, die durch Politur noch erhöht wird, selbst wegen, benutzt man solche Hölzer und nennt sie Farbhölzer. So gewinnt man gelben Farbstoff aus dem sogenannten Fisetholz von Rhus continus L. und Morin aus dem Gelbholz von Maclura aurantiaca Nutt., rothe Farbstoffe aus dem Fernambukholz von Caesalpinia echinata Lam. oder brasiliensis Sw. (daher der Farbstoff Brasilin genannt), das Santalin aus dem rothen Santelholz von Pterocarpus santalinus L., das blaue Haematoxylin aus dem Campecheholz (Haematoxylon campechianum L.) und dergleichen mehr.

Andererseits wird wegen seiner natürlichen dunkelen Färbung zu Tischlerarbeiten und Aehnlichem verwendet das Kernholz der Eiche und der Walnuss, des echten Mahagoni (Swietenia mahagoni L.) und verschiedener anderer, ein ähnliches Holz liefernder Bäume, das Atlas- oder Satinetholz von Ferolia guianensis Aubl., das Palisanderholz von Jacaranda brasiliensis, das Ebenholz von Diospyros ebenum Retz. und anderen Diospyros-Arten und viele andere mehr.

Ueber die Bildungweise dieser Farbstoffe ist noch weniger bekannt als über ihre chemische Natur. Es ist indessen anzunehmen, dass beim Uebergang des Splintes in Kernholz die Membranen des letzteren von den noch lebendigen Zellen aus mit einem Stoffe infiltrirt werden, der durch äussere Veränderungen, vielleicht durch eine Oxydation, eine Färbung und ein Dunklerwerden erleidet Dass dieser letztere Process nicht von der Lebensthätigkeit der Zellen abhängt, geht schon daraus hervor, dass er in den abgestorbenen Theilen des Holzes noch fortschreitet, indem die inneren Theile des Kernholzes dunkler als die äusseren zu sein pflegen. Beim Ebenholz und den verwandten gefärbten Kernhölzern finden wir alle Ele-

mente von einer dunkelen Masse erfüllt, welche dadurch entstanden ist, dass sich die inneren Schichten der dicken Zellwände in Gummi umwandeln und dieses durch einen Humificirungsprocess seine dunkele Färbung erhält.

Mit grösserer Sicherheit kann man die Entstehung der Farbstoffe durch Oxydation für die Rindenfarbstoffe oder Phlobaphene angeben. Sie sehen immer nur braun oder roth aus und sind theils in den Zellenwänden der Borke oder Baumrinde, theils im Innern der Zellen abgelagert und sollen entstanden sein aus den Gerbstoffen, welche die Rindenzellen, so lange sie noch lebend waren, in ihrem Inneren enthielten. Aus den verschiedenen Gerbstoffen gehen auch verschiedene Phlobaphene hervor, aus denen wieder für die Technik verschiedene Farbstoffe gewonnen werden. Die Färbung der Rinde ist aber auch charakteristisch für den Baum, wie die rothbraune für die Kiefer (Pinus silvestris), die graubraune für die Eiche, die silbergraue für die Rothbuche (Fagus silvatica), wenn wir nur an einige der gewöhnlichsten Beispiele denken wollen. Die weisse Farbe der Birkenrinde*) entsteht dadurch, dass die Membranen der Korkzellen ungefärbt bleiben und die in den abgestorbenen Zellen eingeschlossene Luft das auffallende Licht weiss reflectirt. Natürlich spielen nun hier Schmutzpartikelchen eine noch grössere Rolle, als bei den oben erwähnten grünen Blättern, indem sie die Aussenseite der Rinde dunkler färben; denn die Rinde ist, je rauher ihre Oberfläche ist, um so geeigneter, Staub und alle möglichen Desorganisationsproducte, die herabfallen oder vom Winde in die Höhe gewirbelt werden, festzuhalten und zu einer sie überziehenden Kruste zu vereinigen. Hier müssen wir aber noch der Ueberzüge aus lebenden Pflanzen gedenken. Denn öfters sieht ein Stamm ganz grün aus, weil die winzigen Zellen und Zellencolonieen einer einzelligen grünen Alge, des Pleurococcus vulgaris, in unermesslicher Menge die Rinde bedecken. Auch die dünnen Krusten gewisser Flechten können den Anschein erwecken, als ob es sich um die wirkliche Eigenfarbe der Rinde handelte, während grössere Flechten und Moose sich bei genauerer Betrachtung leicht als fremdartige Organismen erkennen lassen und nur in der Entfernung

---

*) In den Zellen ist auch ein feinkörniges, farbloses Harz (Betulin) enthalten. Man vergleiche die Beschreibung der Birken- und Kiefern-Borke in Strasburger's botanischem Practicum (1884) S. 218—220.

den Eindruck hervorrufen, als ob ihre Farbe die des Baumes sei.

Schliesslich hätten wir noch der **Wurzeln** zu gedenken. Unterirdische Organe, wie es die meisten Wurzeln sind, pflegen nun im Allgemeinen einer besonderen Färbung zu entbehren, schon deshalb, weil die Vortheile, welche in der Luft wachsende Organe von der Färbung haben, bei den im dunkeln Erdreich wachsenden nicht in Betracht kommen. So sind denn auch bei den meisten Pflanzen die jungen Wurzeln weiss und bräunen sich nur allmählich, was theils auf dem Absterben der äusseren Zellschichten, theils auf dem Anhaften kleiner Bodenpartikelchen beruht. Um so auffallender ist es, dass gelbe, rothe, braune und schwarze Farben gar nicht selten regelmässig bei den Wurzeln angetroffen werden. Jedermann wird hier zunächst an die **rothe** und **gelbe Rübe** denken. Erstere (**Beta vulgaris** L. var. **rapacea** Koch **rubra**) ist anzusehen als eine sogenannte Blutvarietät, bei der sich die rothe Farbe nicht nur auf die Blätter, sondern auch auf die Wurzeln erstreckt und zwar sind letztere, bekannter aber merkwürdiger Weise, durch und durch blutroth gefärbt, indem die Zellen einen rothen Farbstoff gelöst enthalten, der wahrscheinlich mit dem Anthocyan identisch ist. Die gelbe Rübe oder **Möhre** (**Daucus Carota** L. var. **sativa**) ist viel merkwürdiger, denn hier tritt mit einem Mal bei der Culturform ein Körper auf, den man sonst in den Pflanzen, wenigstens in solcher Gestalt, nicht wiederfindet. Es sind nämlich in den Zellen orangerothe krystallinische Farbkörper vorhanden, die zum geringeren Theil aus Plasma, zum grösseren Theil aus dem auskrystallisirten Farbstoff, dem Carotin, bestehen und, da sie Stärkekörner erzeugen, den Chromatophoren zuzurechnen sind. Ebensowenig, wie wir die biologische Bedeutung dieser Carotinfarbkörper in der Möhre erklären können, sind wir auch im Stande, die rothe oder violette Farbe zu deuten, durch die manche normale Wurzeln ausgezeichnet sind. Sehr verbreitet sind sie in den Familien der **Pontederiaceen** und **Haemodoraceen** und bei der bekannten **Eichhornia crassipes**; die im Wasser fluthenden Wurzeln fallen durch ihre dunkelviolette Farbe auf, die hier auf der Färbung der Membranen beruht.*) Auch bei manchen **Cyperaceen**

---

*) Vergl. die Aufsätze von P. **Ascherson** und F. **Hildebrand** in den Berichten der deutschen botan. Ge[illegible] 1883, Bd. I., S. 498 und S. XXVII.

finden sich purpurne Wurzeln und zwar sind hier die Wurzeln auch in der Erde roth gefärbt. Sonst aber tritt die rothe Farbe vornehmlich an Wurzeln auf, wenn dieselben sich ausserhalb des Erdreichs entwickeln. Regelmässig soll sich dies beim Zuckerrohr (Saccharum officininarum L.) beobachten lassen, wo die Zellen der Wurzelhaube und die äussersten Rindenschichten unter der Epidermis mit rothem Zellsaft erfüllt sind.*) Aber auch sonst beobachtet man es gelegentlich an anderen Pflanzen und ich sah z. B. an einer indischen Feige (Ficus indica) im Gewächshaus scharlachrothe Beiwurzeln aus dem Stamm über der Erde heraustreten. Die Untersuchung ergab hier, dass viele Zellen der Rinde, besonders an deren innerer und äusserer Begrenzung, einen rothen Zellensaft enthalten, während die Epidermis ungefärbt bleibt. Auch bei Erlen (Alnus), die am Uferrand eines Gewässers stehen, sieht man die Wurzeln roth gefärbt, wenn sie seitlich aus dem Ufer hervorkommen. Ob hier wirklich in der rothen Farbe ein Schutzmittel gegen die Wirkungen des Lichts vorliegt, möchten wir noch bezweifeln, da ja der Schutz gegen das Licht besonders von dem Chlorophyll in Anspruch genommen wird, dasselbe aber in den betreffenden Wurzeln fehlt. Die eigentlichen Luftwurzeln jedoch, die bei epiphytischen und kletternden Pflanzen gebildet werden, enthalten wohl regelmässig Chlorophyll, sind deshalb auch mehr oder weniger intensiv grün gefärbt, je nachdem die grüne Rinde durchscheint, bekommen aber, wenn sie älter und stärker werden, eine braune Korkhülle und verhalten sich in der Färbung wie Stammorgane. Die weisse Farbe mancher Orchideenluftwurzeln ist bedingt durch die aus lufterfüllten farblosen Zellen bestehende Wurzelhülle, beruht also auf einer ähnlichen Erscheinung wie die der weissen Birkenrinde; wird bei jenen die Luft durch Wasser verdrängt, so wird die Hülle durchscheinend und die grüne Rinde sichtbar.

Manche Erdwurzeln sind von Anfang an dunkel gefärbt, wie z. B. beim japanischen Lackbaum, indem dicht hinter der Wurzelspitze die Membranen der Epidermiszellen eine rothbraune Farbe bekommen. Am auffallendsten ist es wohl bei den Wurzeln der meisten Farne, die aus einem analogen Grunde ganz schwar[z]

---

*) F. Benecke, Over de bordeaux-roode Wortels. Mededeelingen van het Proefstatio Semarang. 1890.

sehen, bis auf die hellgelbliche Wurzelspitze, und zwar sowohl die Erdwurzeln wie auch die oberirdischen; so kommen z. B. aus der Stammbasis der Marattia cicutifolia bleistiftdicke Wurzeln von kohlschwarzer Farbe heraus. Auch sonst kommen schwarzgefärbte Wurzeln vor, wie bei der schwarzen Niesswurz (Helleborus niger L.), die davon ihren Namen hat, aber doch mehr vereinzelt, und bei den Blüthenpflanzen, wie es scheint, nicht so charakteristisch für ganze Gruppen, wie das bei den Farnen der Fall ist. Blaue Farben dürften wohl niemals an Wurzeln auftreten, ebensowenig als an Stammorganen. Auch bei Samen ist die blaue Farbe sehr selten*) und selbst bei Früchten, wenigstens ein reines Blau, wie es Schlehen und Pflaumen zeigen, während viele blaugenannten, wie die Blau- oder Heidelbeeren (Vaccinium Myrtillos) mehr ins Violette spielen. Ebensowenig giebt es blaue Blätter und nur an Blüthen ist die blaue Farbe häufiger vertreten, obgleich auch hier roth und gelb unzweifelhaft überwiegen.**) Wenn wir auch den Grund dafür nicht kennen, so sehen wir doch den Vortheil für die Pflanzen ein, da es sich bei der Färbung der Organe um Contrastwirkungen handelt und das Blau zu der grünen Grundfarbe der Vegetation den geringsten Contrast bewirken würde.

Von den in der Vegetation überhaupt auftretenden Farben und den ihnen zu Grunde liegenden stofflichen Ursachen haben wir im Vorhergehenden nur einen Ueberblick zu geben versucht, im Bewusstsein, dass es viel zu weit führen würde, wenn wir uns bestreben wollten, den ganzen Reichthum in der Farbenmannigfaltigkeit der Pflanzenwelt zu erschöpfen und dass wir uns begnügen müssen, einestheils die Haupttypen, anderentheils einzelne Beispiele anzuführen.

Dafür sei es uns gestattet, zum Schluss noch eine kurze Vergleichung zwischen den pflanzlichen und thierischen Pigmenten anzustellen, wobei sich, wie wir gleich

---

*) Höchst auffallend ist der glänzend himmelblaue Samenmantel, der sich bei dem „Baum der Reisenden", Ravenala madagascariensis findet und verdient, auf seine Färbungsursache hin genauer untersucht zu werden.

**) Nach Kerner (Pflanzenleben, 1. Auflage, Bd. I, S. 178) entfallen von jenen Pflanzen der baltischen Flora, welche in der Blüthenregion neben Grün noch eine andere Farbe zur Schau tragen, auf Weiss 33, auf Gelb 28, auf Roth 20, auf Blau 9, auf Violett 8 und auf Braun 2 Procent. Nach Haberlandt (botanische Tropenreise S. 124) treten im indomalayischen Tropenwald blaue Blumen verhältnissmässig selten auf.

sehen werden, zwar einige Uebereinstimmungen, aber noch mehr Verschiedenheiten ergeben werden.*)

Von den Farbstoffen, die sowohl bei Pflanzen als auch bei Thieren auftreten, sind besonders die Fettfarbstoffe oder Lipochrome und die Substanzen der Indigogruppe zu erwähnen. Ferner wird die weisse Farbe auch bei den Thieren vielfach durch farbloses, mit vielen Lufträumen durchsetztes Gewebe erzeugt, wie wir es schon für die Pflanzen kennen gelernt haben. Dagegen ergeben sich wesentliche Unterschiede, besonders in morphologischer Beziehung, die darauf beruhen, dass die Zellen der thierischen Gewebe so ganz anders beschaffen sind, als die der pflanzlichen. Da bei ersteren feste Membranen und grössere Safträume in der Zelle fehlen, so können bei ihnen natürlich auch keine in den Membranen abgelagerten oder im Zellsaft gelösten Farbstoffe vorkommen. Es fehlen aber auch im Allgemeinen bei den Thieren die sogenannten Chromatophoren, d. h. besondere protoplasmatische Körper, die als Farbstoffträger dienen und bei allen Pflanzen, mit Ausnahme der Pilze und Spaltalgen, gefunden werden. Vielmehr tritt in der thierischen Zelle das Pigment in Gestalt kleiner fester, im Protoplasma vertheilter Körperchen, oder als eine dasselbe durchtränkende Lösung auf. Eine grosse Rolle spielen ferner bei den Thieren Structur- und Oberflächenfarben, die also nur auf physikalischen Eigenschaften der betreffenden Organe ohne die entsprechenden chemischen Farbstoffe beruhen. So scheinen die schönen Farben vieler Flügeldecken von Käfern Oberflächenfarben zu sein, die durch die eigenthümliche Natur der Chitinhaut entstehen, während die Structurfarben durch Interferenz in Folge feiner Längsstreifung erzeugt werden, wie bei Schmetterlingsflügeln und Vogelfedern; im letzteren Falle können auch Längsstreifung und Pigmente sich combiniren, indem z. B. die blaue Farbe vieler Vogelfedern durch die eigenthümliche Structur der über schwarzen Pigmentzellen liegenden oberflächlichen Schicht entstehen soll. Derartige Structurfarben sind bei Pflanzen sehr selten; vielleicht gehören einige der blauschillernden Eryngien hierher und jedenfalls die auch von Kny (l. c. S. 124) erwähnte Selaginella caesia, ein Moosfarn, dessen grünes Laub auf der Oberfläche einen blaurothen Metallschimmer zeigt.

---

*) Von zusammenfassenden Arbeiten über thierisch[illegible] mente sind mir nur C. Fr. W. Krukenberg's „Grund[illegible] vergleichenden Physiologie der Farben und Farbstoff[illegible] berg 1884) bekannt geworden.

Mit den gefärbten pflanzlichen Membranen können am ehesten noch die gefärbten Eier- und Muschelschalen verglichen werden, insofern beide ihren Farbstoff durch eine von lebendigen Zellen ausgehende Absonderung infiltrirt erhalten, wobei aber wohl zu beachten ist, dass es sich bei den pflanzlichen Zellmembranen um einen Theil der Zelle selbst, bei jenen Schalen um Ausscheidungen des ganzen Körpers oder ganzer Organe handelt. Mit den pflanzlichen Chromatophoren dagegen dürfen wir mit noch mehr Recht die Blutkörperchen vergleichen, wenn auch letztere nicht, wie die ersteren, in den Zellen selbst auftreten. Sind nun schon die Chlorophyllkörner und die Blutkörperchen in morphologischer Hinsicht vergleichbar, so treten ausserdem zwischen ihren Farbstoffen noch merkwürdige Beziehungen zu Tage. Zunächst denkt man daran, dass Grün und Roth complementäre Farben sind und dass die alkoholische Lösung des Chlorophylls bei auffallendem Lichte roth wie Blut erscheint. Aber auch wirkliche Uebereinstimmungen sind vorhanden, denn Tschirch*) hat gezeigt, dass die aus dem Chlorophyll dargestellte Phyllopurpurinsäure und das aus dem Blut dargestellte Haematoporphyrin dieselben Absorptionsbänder im Spectrum geben, und dass durch die chemische Untersuchung die sich aus der spektroskopischen ergebende Vermuthung bestätigt wird, dass in beiden Körpern derselbe Atomcomplex steckt, nämlich das Pyrrol.

Nun aber ist das Chlorophyll und seine Derivate ebenso auf die Pflanzenwelt beschränkt, wie das Haemoglobin und seine Derivate auf die Thierwelt. So können wir diese mikroskopischen Gebilde, die Chlorophyllkörner und die Blutkörperchen, auf denen sozusagen der Lebensprocess einerseits der Pflanzen, andererseits der Thiere beruht, zwar als Antagonisten sich gegenüberstellen, aber auch durch gewisse Eigenschaften mit einander verknüpfen und dürfen darin eine Erscheinung von hoher Bedeutsamkeit erblicken.

*) Berichte der deutschen botan. Gesellschaft 1896, Bd. XIV, S. 77–94.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Naturwissenschaftliche Abhandlungen.
Heft 27.

Beiträge
zur
Biologie einiger Xerophyten der Muschelkalkhänge bei Jena.

Von

F. Schleichert.

Sonder-Abdruck aus der „Naturwissenschaftl. Wochenschrift"
Redaction: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1901.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Die Stadt Jena liegt an einer Stelle des Saalthales, an welcher verschiedene Seitenthäler in dasselbe einmünden. Die Gesteinsformen der umgebenden Höhenzüge gehören der Trias an. Dem lebhaft gefärbten Röth, welches sich dem Schwemmland der Saale in sanften Böschungen von 10—15° anschliesst, folgt auf den steiler ansteigenden Berghängen der untere, etwa 100 m mächtige Muschelkalk mit einem durchschnittlichen Abfall von 30°. Dieser Schicht ist aufgelagert der mittlere Muschelkalk (45 m mächtig) und diesem auf den westlichen Abhängen der obere.*)

Für uns kommen besonders sowohl auf dem linken Saalufer gelegene Bergzüge (Eule, Sonnenberge), als auch andere auf dem rechten Flussufer sich erhebende Höhen (Kernberge, Hausberg) in Betracht.

Da, wo der untere Muschelkalk vorherrscht, sind in Folge der Widerstandsfähigkeit desselben gegenüber den Atmosphärilien die Abhänge ziemlich steil. Häufig erblickt man die aus festerem Gestein bestehenden Bänke. Ich stellte mittelst der Geologen-Boussole mehrere Messungen der Gehänge an den Sonnenbergen an und ermittelte die Neigungswinkel von 38° und 39°.

In Folge der Verwitterung des festen Gesteins durch mechanische und chemische Einflüsse sowie durch die Einwirkung der Vegetation bildet sich aus dem Fels eine denselben überlagernde Bodenschicht, die in ihrem unteren Theil aus unregelmässigen Gesteinsblöcken, in ihrem oberen Theile aus einer ziemlich thonreichen Erdmasse besteht. Die Tiefe dieser Bodenschicht bis zum festen Gestein fand ich an mehreren Stellen zu 35 und 40 cm, an anderen dagegen nur zu 8 und 10 cm und weniger.

So hat sich also in der Hauptsache ein relativ trockener Geröllboden gebildet, der in Folge seiner grobkörnigen Beschaffenheit wenig Wasser aufzunehmen ver-

---

*) Regel, Geogr. Handbuch von Thüringen. Jena, Fischer 1892.

mag und auch in hervorragendem Maasse durchlässig für Wasser ist.

So kam auch in der That bei folgenden Versuchen die geringe wasserhaltende Kraft des Bodens der Muschelkalkhänge klar zum Ausdruck:

Gegen Abend eines Julitages wurde eine Erdprobe gesammelt, die einem Muschelkalkhange entstammte und zum Vergleich eine andere Bodenprobe von einem im Thale gelegenen, schlecht bewachsenen Felde entnommen, beide in einer Bodentiefe von ungefähr 1—2 cm. Feuchtigkeit war dem Boden durch schwachen Regen in der vorhergehenden Nacht und zu Mittag am Versuchstage zugeführt worden. Von beiden Erdproben, die in verschlossene Gefässe eingefüllt worden waren, dienten 10 g zur Wasserbestimmung. Die Erde vom Hange war bereits nach 22 Stunden lufttrocken geworden; sie hatte in dieser Zeit 3,55 % Wasser abgegeben. Der Boden vom Felde gab in derselben Zeit 6,37 % Wasser ab. Somit ergiebt sich, dass dieser letztere Boden erheblich mehr Wasser, als der erstere enthielt.

Von besonderem Interesse für unsere weiteren Untersuchungen sind die Besonnung der erwähnten dem unteren Muschelkalk angehörenden Bergabhänge und die Temperaturverhältnisse des Bodens. Um die Einwirkung der Besonnung auf die Bodentemperatur zu ermitteln, wurden an einem heissen Augusttage nachmittags 3 Uhr an den Gehängen der von der Mittagssonne beschienenen, meist kahlen Sonnenberge Beobachtungen angestellt. Mittels eines in den Boden eingesteckten empfindlichen Thermometers wurden in verschiedener Höhe an den felsigen Abhängen die Bodentemperatur und zu gleicher Zeit die Lufttemperatur ermittelt. Die bezüglichen Temperaturbeobachtungen wurden in der Weise angestellt, dass das Thermometer sich immer im Schatten eines darübergehaltenen Schirms befand, um eine Einwirkung der direkten Besonnung zu verhindern. In den drei ersten Messungen betrug die Lufttemperatur 29° C., während die Temperaturen der Bodenoberfläche zu 39°, 40,5° und 41° ermittelt wurden. Bei Messungen in 5 cm Bodentiefe zeigte das Thermometer 32,5° und 33°. Bei Messungen, die 3 Uhr 30 Min. vorgenommen wurden, betrug die Lufttemperatur 28,5° C., während die Bodenoberfläche noch eine Temperatur von 39° und 41,5° aufwies.

Die Pflanzendecke der Kalkhänge ist im allgemeinen sehr reich gemischt. Waldbestände treten nur hier und

da auf; aber eine Fülle von Stauden und auch einige Sträucher bedecken den Boden, und schon im zeitigen Frühjahre beginnt die Vegetation sich zu entfalten. Aus grösserer Entfernung gesehen, erscheinen viele Hänge sehr kahl, weil manche der auf ihnen vegetirenden Pflanzen, da sie isolirt stehen, grössere nackte Bodenräume zwischen sich lassen. Indessen dieser Umstand beeinträchtigt die erwähnte Mannigfaltigkeit der Flora durchaus nicht.

Wenn man die Flachgründigkeit der Bodenschichten der Muschelkalkgehänge, ihren relativ geringen Wassergehalt und die im Sommer hohe Temperatur der Erdschichten in Betracht zieht und andererseits auch bedenkt, dass über dem Boden eine vielfach hochtemperirte, wasserdampfarme Luft ruht, so ist von vornherein klar, dass die Wasserökonomie für die Vegetation der Muschelkalkberge bei Jena eine sehr grosse Rolle spielen wird. In der That sind auch in der Organisation und im Bau unserer Gewächse Einrichtungen realisirt, welche die Wasseraufnahme erleichtern, das Wasser in den Gewächsen aufspeichern oder die Transpirationsgrösse derselben herabsetzen, und viele Pflanzen unserer Formation zeigen somit recht typisch xerophilen Charakter.

Für die Xerophyten überhaupt sind besonders folgende Merkmale charakteristisch. (Vergl. auch Schimper*), Drude**), Altenkirch***) und Gradmann.†)

Die Wasseraufnahme aus dem Boden wird erleichtert durch tiefgehende unterirdische Organe, reiche Verzweigung der Wurzeln und starke Entwickelung der Wurzelhaare.

Für die Ansammlung von Wasser in den Gewächsen kommt die Ausbildung von Wassergewebe in den Vegetationsorganen, besonders in den Blättern, in Betracht.

Für die Verminderung der Transpiration sind namentlich folgende Einrichtungen von Wichtigkeit: gedrungene Gestaltung der oberirdischen Organe der Pflanzen, Entwickelung grundständiger Blätter in einer

---

*) Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 1899.

**) Drude, Handbuch der Pflanzengeographie, 1890. S. 67.

***) Altenkirch, Studien über die Verdunstungsschutzeinrichtung in der trockenen Geröllflora Sachsens. Engler, Bot. Jahrb. Bd. 18 (1894).

†) Gradmann, Pflanzenleben der Schwäb. Alb. 1900.

Rosette, geringe Streckung der Stammgebilde, Kleinheit der Blätter, Reduction der Gesammtoberfläche bei erheblicherer Massenentwickelung der Organe, Vertikalstellung der Blätter, die entweder eine dauernde ist, oder, wie z. B. bei manchen Papilionaceen, nur vorübergehend bei intensiver Beleuchtung erfolgt, Einrollung der Blattgebilde bei Trockenheit, Haarkleid der Organe, Firnisüberzüge der Blätter, Wachsüberzüge derselben, starke Cuticularisirung der Epidermis, geringe Zahl und geschützte Lage der Spaltöffnungen, Verschluss der Stomata bei eintretender Wasserentziehung der Pflanze, Reduction der Intercellularen der Blätter, reichlicher Gehalt der Zellen an Mineralstoffen, organischen Säuren und Schleim, Absonderung von ätherischen Oelen, weil die mit ätherischem Oel erfüllte Luft nach Tyndall die Wärmestrahlen schlechter als reine Luft durchlässt (vergl. Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie, u. Altenkirch, Studien über Verdunstungsschutz), reiche Entwickelung des Palissadenparenchyms, welches, wie wir mit Stahl annehmen dürfen, das auf hohe Lichtintensität angepasste Assimilationsgewebe darstellt und in Folge geringer Entwickelung der Intercellularen zugleich die Transpiration vermindert, starke Entwickelung mechanischen Gewebes, sodass selbst bei erheblicher Senkung des Turgors der Zellen die Gestalt der Organe erhalten bleibt (vergl. Altenkirch), kurze Vegetationsperiode der ganzen Pflanze oder ihrer oberirdischen Organe.

Im Folgenden soll nun spezieller gezeigt werden, in welcher Art bei einigen Hauptrepräsentanten der Vegetation der Kalkhänge bei Jena ein xerophiler Charakter ausgeprägt ist, und hat namentlich die oben citirte Arbeit von Altenkirch Anregung zu diesen Studien gegeben.

Thlaspi montanum. — Diese Pflanze hat unterirdische Organe, deren Länge oft mehr als 20 cm beträgt. Der Wurzelstock erzeugt ausläuferartige Triebe, an deren Enden überwinternde Laubrosetten sitzen, welche namentlich bei den an besonders sonnigen, trockenen Standorten zur Entwickelung gelangenden Individuen schön ausgebildet sind. (Vergl. auch Döll, Flora von Baden). Die gestielten Blätter dieser Laubrosetten haben eine Dicke von 0,35 bis 0,40 mm und fühlen sich oft etwas succulent an. Epidermis auf Ober- und Unterseite mit starker Cuticula versehen. Palissadenparenchym mehrschichtig, aus nicht sehr langgestreckten Zellen bestehend und $^1/_3$ bis $^1/_2$ der Blattdicke ausmachend.

Schwammparenchym weniger chlorophyllreich als Palissadenparenchym. Die an die Epidermis der Unterseite grenzenden Zellen des Schwammparenchyms oft violetten Farbstoff führend, dessen Vorkommen aber auch nur auf jene Elemente beschränkt sein kann, die unter der Mittelrippe liegen. Ueber die Bedeutung solcher Farbstoffe im Pflanzenreich haben namentlich Pick, Kerner, Stahl und Overton Untersuchungen angestellt. Letzterer giebt auch im 33. Band von Pringsheims Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik Zusammenstellungen über die vorliegenden Arbeiten, und auf Grund derselben ist es wohl am wahrscheinlichsten, dass das die Erwärmung des Blattes steigernde Pigment von Bedeutung für eine möglichst schnelle Ableitung der Assimilate ist. Für eine Pflanze wie Thlaspi montanum, die in der kühlen Zeit des Frühjahrs schnell ihre Blüthenstände entwickeln soll, dürfte eine derartig beschleunigte Stoffwanderung nicht ohne Wichtigkeit sein.

Bei der Untersuchung zarter Querschnitte der blüthentreibenden Stengel von Thlaspi ergab sich, dass auf die Epidermis grünes Rindengewebe folgt. Daran schliesst sich ein stark entwickelter Sklerenchymring, dessen Elemente bei der Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure eine intensiv rothe Färbung annehmen. Dieser Ring wird durch die Gefässbündel unterbrochen. Das Markgewebe ist sehr stark entwickelt. Schon von anderer Seite ist darauf hingewiesen worden, dass gerade für Pflanzen, welche trockene Standorte bewohnen, starke Entwickelung des mechanischen Gewebes, wie solches im Sklerenchymring vorliegt, sehr wichtig ist; denn bei einer unter den gegebenen Verhältnissen leicht möglichen erheblichen Verminderung der Turgescenz des Parenchyms sind besondere Mittel zur Festigung der Organe höchst bedeutungsvoll.

Die Blätter der blüthentragenden Stengel sind nicht horizontal gerichtet, sondern dem Axengebilde mehr oder weniger dicht angeschmiegt, so dass sie fast senkrecht nach aufwärts stehen und nur in einem Winkel von 5 bis 20° von der Verticalen abweichen. Das Mesophyll dieser Blätter ist auch nicht in Schwamm- und Palissadenparenchym gegliedert; vielmehr sind alle Zellen desselben fast isodiametrisch. Wachsüberzug ist besonders auf der Oberseite der Stengelblätter vorhanden. Zählungen der Spaltöffnungen an den Blättern der blüthentragenden Stengel ergaben folgendes Resultat:

Mittel aus vielen Zählungen,	Oberseite = 115	pro
„ „ „ „	Unterseite = 169	qmm.

Es kommen aber auch Fälle vor, wo auf der Oberseite der Blätter wenig mehr Spaltöffnungen als auf der Unterseite angetroffen werden.

Die Zählung der Spaltöffnungen an Rosettenblättern von

Thlaspi ergab im Mittel für	Oberseite = 116	pro
„ „ „ „ „	Unterseite = 138	qmm.

Wurden die frischen Rosettenblätter mittels der Stahlschen Kobaltprobe geprüft, so wurde sowohl das der Oberseite, als auch das der Unterseite anliegende Papier fast gleichmässig geröthet, häufig das letztere etwas stärker, als das erstere.

Die 3 Stunden lang gewelkten Blätter veränderten die Farbe des Kobaltpapieres gar nicht mehr; es war also Spaltöffnungsverschluss eingetreten.

Die Fähigkeit, ihre Stomata zu verengern, resp. zu schliessen, besitzt selbstverständlich für solche Pflanzen, die auf trockenem Standort vegetiren, hohe biologische Bedeutung, weil damit ein Mittel gegeben ist, die Transpiration derselben wesentlich herabzumindern. Ebenso ist die Anordnung der Blätter in einer grundständigen Rosette für trockenen Boden bewohnende Gewächse unzweifelhaft biologisch beachtenswerth; denn die in unmittelbarer Nähe des Erdreichs entwickelten Organe werden schon deshalb schwächer, als solche transpiriren, die höher an der Pflanze gestellt sind, weil sie von relativ ruhiger, wasserdampfreicher Luft umgeben sind. Zur näheren Feststellung der bezüglichen Verhältnisse wurden folgende Versuche angestellt:

Normal und möglichst gleichartig entwickelte Pflanzen von Thlaspi sind ausgegraben und in verschlossenen Glasgefässen ins Laboratorium gebracht worden. Nach Entfernung der Blüthenschäfte und unterirdischen Organe legte ich ein Objekt a auf die trockene Oberfläche eines grossen Korkes, der rings bis zum Rand von schwach befeuchtetem Sand umgeben war. Das andere Objekt b gelangte in horizontaler Lage auf einen frei in der Luft hängenden Drahtring. Wiederholt ausgeführte Versuche ergaben z. B. folgende Resultate.

Versuchsdauer: 6 Stunden. — Temperatur: 15° C. — Diffuses Licht.

	a	b
Ursprüngliches Gewicht . . .	695 mgr	630 mgr
Gewicht nach 6 Stunden . . .	345 „	250 „
Gewichtsverlust in %	50,4 %	60,3 %.

Nun gelangte b auf den Kork und a auf den Draht. Zeitdauer des Versuchs: 6 Stunden. — Temperatur: 16° C. — Diffuses Licht.

	b	a
Ursprüngliches Gewicht	250 mgr	345 mgr
Gewicht nach 6 Stunden . .	220 „	255 „
Gewichtsverlust in %	12 %	26 %.

In der Organisation von Thlaspi prägen sich unzweifelhaft sehr viele Anpassungen an trockenen Standort aus, und als eine solche ist auch gewiss diese anzusehen, dass die sich sehr frühzeitig und schnell entwickelnden, Blüthen und Früchte tragenden Stengeltheile ihre Samen bereits Anfang Juni zur Reife bringen, um dann abzusterben, während die in relativ feuchter Luft am Boden ausgebreiteten Blattrosetten ausdauern.

Sesleria coerulea. — Die Pflanze bildet keinen zusammenhängenden Rasen, sondern sogenannte Bulten, welche den Boden in Abständen von 30 bis 60 cm bedecken. Die unterirdischen Organe dringen recht tief in den Boden ein. Die Blätter sind fast vertical gestellt. Die Schäfte der sich im zeitigen Frühjahr entwickelnden Blüthenstände sind kantig. In den nicht sehr bedeutend hervorspringenden Kanten selbst ist reichliches Sklerenchym entwickelt, während in den Buchten Assimilationsgewebe liegt. Eine recht starke Sklerenchymentwickelung muss für Xerophyten, wie schon früher bemerkt, besonders wichtig sein, da schwache Ausbildung des mechanischen Gewebes in Verbindung mit turgescirenden Zellen nicht allein im Stande wären, genügende Biegungsfestigkeit der Organe zu vermitteln.

Der Blattquerschnitt zeigt, dass an den Blatträndern mächtige Sklerenchymbündel entwickelt sind. Im Uebrigen wechseln in der Blattspreite Streifen grünen Gewebes, die chlorophyllfreies Gewebe umschliessen, und Gefässbündel umgebende Sklerenchymstreifen mit einander ab.

Sehr eigenartig ist die Blattmittelrippe gebaut, wie Tschirch*) dies bereits feststellte.

---

*) Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 13.

Er macht mit Recht besonders auf Gruppen eigenthümlicher, dünnwandiger Epidermiszellen aufmerksam, die rechts und links von der Mittelrippe an der Blattoberseite liegen und nicht die Form der übrigen Oberhautelemente besitzen, sondern eine erhebliche radiale Streckung erfahren haben. Die Funktion dieser sogenannten Gelenkzellen spielt bei der interessanten Erscheinung des Einrollens der Sesleriablätter eine wichtige Rolle. Wird nämlich ein frisches, ausgebreitetes Blatt, ohne dass man ihm Wasser zuführt, sich selbst überlassen, so faltet es sich zusammen, breitet sich aber wieder aus, wenn es mit Wasser in Berührung kommt. Diese Erscheinung kann man nur an lebenden Sesleriablättern beobachten, während abgestorbene Blätter sie nicht mehr darbieten, wie leicht festzustellen ist. Daraus muss geschlossen werden, dass als Ursache des Zusammenfaltens und Ausbreitens der Blätter Turgorveränderungen des Gewebes anzusehen sind.

Nach Tschirch spielen die Gelenkzellen beim Zusammenfalten der Blätter keine aktive Rolle, sondern sie bieten nur die Stellen geringsten Widerstandes dar, so dass die beim Austrocknen erfolgende Senkung der Turgorausdehnung der benachbarten Zellen eine nach der Blattoberseite hin gerichtete Bewegung zur Folge hat. Die Einrollung ist natürlich von erheblicher biologischer Bedeutung für das Sesleriablatt; denn es wird durch dieselbe die verdunstende Oberfläche verringert, und dies ist um so wichtiger, als nur auf der Oberseite des Organs viele Spaltöffnungen vorhanden sind. Diese Oberseite ist auch mit einem Wachsüberzuge versehen, welcher der fast oder völlig spaltöffnungsfreien Blattunterseite fehlt.

Koeleria cristata. — Pflanze mit sehr mächtig entwickelten unterirdischen Organen, rasenbildend. Halmquerschnitt: Unter der stark verdickten Epidermis wechseln grünes Gewebe und Sklerenchym ab. Nach innen zu folgt chlorophyllfreies, namentlich in der Peripherie stark verdicktes und verholztes Gewebe. Blattspreite: Das bereits von Altenkirch näher beschriebene Blatt von Koeleria cristata zeigt auf der Oberseite, nicht auf der Unterseite Gewebeprismen und dazwischenliegende Rinnen. Es ist eine reichliche Menge grünen Gewebes entwickelt. In den vorspringenden Prismen liegen die Gefässbündel. In den Rinnen wird das chlorophyllhaltige Gewebe nach aussen von einer Schicht recht grosser, chlorophyllfreier Epidermiszellen begrenzt.

Das im frischen Zustande nahezu ausgebreitete Blatt

rollt sich beim Eintrocknen zusammen, wie man schon an Koeleriaexemplaren beobachten kann, die einige Zeit, ohne dass sie Wasser empfangen, an der Luft liegen. Spaltöffnungen fehlen auf der Unterseite; auf der Blattoberseite, welche vielfach stark behaart ist, sind sie in den Rinnen angeordnet. (8 pro qmm Blattfläche.) Wenn das Blatt durch Wasserverlust Einrollungen erfährt, so müssen die erwähnten Rinnen durch die zusammenneigenden Prismen mehr oder weniger von der umgebenden Luft abgesperrt werden, wodurch die Verdunstung des Blattes erheblich vermindert wird.

Von Interesse ist auch folgender Versuch: Zarte Blattquerschnitte werden, ohne dass man ihnen Wasser zuführt, auf einen Objektträger gelegt. Die Schnitte haben sich in ganz kurzer Zeit zusammengerollt. Fügt man ihnen Wasser hinzu, so breiten sie sich sogleich wieder aus.

Dem Blatt von Koeleria cristata ganz ähnlich gebaut ist das von Melica ciliata, ebenfalls einer xerophilen Pflanze der Muschelkalkhänge bei Jena. Der wesentliche Unterschied zwischen den Blättern beider Pflanzen besteht nur darin, dass die Rinnen bei Melica tiefer als bei Koeleria sind, dass bei ersterer Pflanze eine sehr reiche Sklerenchymentwickelung in den Prismen beobachtet werden kann und dass diese Prismen auch stets mit kurzen Haaren besetzt sind.

Auch sehr energische Einrollungserscheinungen lassen sich leicht beim Austrocknen der Blätter von Melica konstatiren.

Carex humilis. — Wurzelstock manchmal 10 cm lang, mit Wurzeln besetzt, die 15 cm Länge erreichen können. Laubblätter fast senkrecht gestellt. Die Blätter sind von rinniger Beschaffenheit. Der Blattquerschnitt zeigt Epidermis auf Ober- und Unterseite, dazwischen grünes Gewebe und aus Sklerenchym bestehende Träger. Das Blatt kann sich ausbreiten und schliessen, Vorgänge, die aber nicht als unmittelbare Aeusserung der Lebensthätigkeit der Zellen betrachtet werden dürfen. Werden nämlich völlig vertrocknete, tote Blätter in Wasser gelegt, so breiten sie sich aus und schliessen sich wieder bei abermaligem Austrocknen; auch Querschnitte toter Blätter, die man mikroskopisch untersucht, kann man durch Wasserzutritt leicht zum Ausbreiten veranlassen. Die Bewegungsvorgänge werden unzweifelhaft durch die in der Mediane des Blattes gelegenen Sklerenchymelemente hervorgebracht, indem diese bei Wasseraufnahme quellen

oder bei Austrocknung zusammenschrumpfen. (Vergleiche Altenkirch.)

Anthericum ramosum. — Pflanze mit starken, tief in den Boden eindringenden Wurzeln, die an einem kurzen Rhizom entspringen. (Die Länge der Wurzel kann bis zu 30 cm betragen.) Blätter fast vertical gestellt, schmal rinnig, unbehaart. Mesophyll in seiner ganzen Dicke gleichartig, nur aus isodiametrischen Zellen bestehend; kein Palissadenparenchym entwickelt. Spaltöffnungen auf Oberseite 92 und auch auf Unterseite 92 pro qmm: Wachsüberzug auf beiden Blattflächen, besonders auf der Blattoberseite. Die Pflanze bildet nach Stahl*) in ihrem grünen Gewebe keine Stärke, sondern sie gehört zu den saccharophyllen Gewächsen. Stahl hebt mit Recht hervor, dass die Anhäufung löslicher Assimilate in den Zellen (Zucker) ebenfalls als ein Schutzmittel gegen zu starke Transpiration betrachtet werden muss; denn höhere Concentration des Zellsaftes erschwert die Wasserabgabe aus demselben.

Orchis militaris. — Orchis militaris, welches an den Abhängen der trockenen Kalkberge bei Jena wächst, hat entschieden xerophilen Charakter, und derselbe tritt namentlich hervor, wenn man die Pflanze in Vergleich stellt zu Orchis latifolia, die auf feuchten Wiesen gedeiht. Beide Pflanzen besitzen Knollen, die aber bei Orchis militaris viel tiefer im Boden stecken, als bei Orchis latifolia. Bei beiden Arten sind auch die Laubblätter ziemlich aufgerichtet. Blattquerschnitt von Orchis militaris beträgt ungefähr 0,5 mm; derjenige von Orchis latifolia nur etwa 0,3 mm. Bei beiden Orchideen zeigt der Querschnitt zwischen Epidermis der Ober- und Unterseite mehrschichtiges grünes Gewebe. Der Querschnittsdurchmesser der Zellen der Epidermis der Oberseite ist auch stets grösser, als derjenige der Zellen der Epidermis der Unterseite; aber bei Orchis militaris haben die Epidermiszellen der Oberseite doch einen erheblich grösseren Querschnittdurchmesser (ca. 0,2 mm), als die entsprechenden Elemente bei Orchis latifolia. Die Blätter von Orchis militaris sind nicht mit braunen Flecken (bedingt durch Auftreten violetten Zellsaftes in Epidermiszellen) versehen, während jene von Orchis latifolia solche besitzen, und mit Stahl dürfen wir annehmen, dass diese braunen Flecken für die

---

*) Stahl, Der Sinn der Mycorhizenbildung. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 34, Heft 4.)

auf feuchten Wiesen zwischen Gräsern wachsende Pflanze ein Mittel zur Erhöhung der Transpirationsgrösse darstellt.

Auf der Oberseite der Blätter von Orchis militaris sind keine Spaltöffnungen vorhanden, auf der Unterseite pro qmm = 40. Orchis latifolia hat auf der Oberseite pro qmm = 3, auf der Unterseite aber 46.

Bei der Anstellung der Kobaltprobe mit frischen Blättern ergab sich nach je 4 Minuten, dass die Oberseite der Blätter von Orchis militaris keine, die Unterseite aber eine starke Röthung des Papieres bewirkte; bei Orchis latifolia wurde das der Unterseite anliegende Papier stark geröthet, das die Blattoberseite berührende hingegen nur schwach.

Hatten die Blätter der beiden Orchideen $2^1/_2$ Stunden gewelkt, so wurden dieselben Resultate erzielt, nur in schwächerem Maasse. Nach ferneren 14 Stunden waren die Blätter von Orchis militaris noch sehr frisch, diejenigen von Orchis latifolia fast vertrocknet. Die Kobaltprobe ergab für beide Pflanzen keine Reaktion mehr. Dieses Frischbleiben der Blätter von Orchis militaris hängt offenbar mit ihrer grösseren Dicke und der mächtigeren Entwickelung der oberseitigen Epidermis zusammen, welche als Wassergewebe funktionirt.

Auch das Resultat des folgenden Versuchs erklärt sich damit: Ganze Pflanzen von Orchis militaris und Orchis latifolia wurden in Gläsern ins Laboratorium gebracht und zum Welken auf Papier gelegt. Nach 2 Tagen waren die Blätter von Orchis militaris noch ziemlich frisch, diejenigen von Orchis latifolia sehr welk, zum Theil vertrocknet. Nun wurden beide Pflanzen unten etwas abgeschnitten und in Wasser gestellt. Nach 24 Stunden war Orchis militaris wieder frisch, während sich die Blätter von Orchis latifolia nicht erholten.

Abgeschnittene, gutentwickelte Blätter von Orchis militaris und Orchis latifolia wurden bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zum Welken hingelegt, nachdem die Schnittfläche mit Wachs verkittet worden war. Die Versuche über die Verdunstung der Objekte ergaben folgendes:

	Orchis militaris	Orchis latifolia
Ursprüngliches Gewicht . .	3,420 g	1,090 g
Gewicht nach 22 Stunden .	2,880 „	0,550 „
Gewichtsverlust in % . .	15,8 %	49,5 %
Gewicht nach 46 Stunden . .	2,400 g	0,400 g
Gewichtsverlust in % . .	29,8 %	63,3 %

Juniperus communis. — Diese Pflanze kommt bei Jena in 2 Typen vor, welche allerdings durch Uebergangsformen mit einander in Verbindung stehen. Im Schatten des Kiefernwaldes, besonders auf der Höhe, wo der Boden auf ebenem Terrain etwas tiefgründiger ist und mehr Feuchtigkeit festhält, biegen sich die Aeste nicht weit entfernt von ihrer Ursprungsstelle senkrecht nach aufwärts, so dass die oft weit über mannshohen Pflanzen ein schlankes, gestrecktes Aussehen darbieten. Ein anderes Bild zeigt Juniperus an recht trockenen Standorten der Muschelkalkhänge. Hier bildet das Gewächs niedrige Polster, die dadurch zu Stande kommen, dass eine ganze Anzahl von Aesten zunächst sich mehr oder minder horizontal über dem Boden ausbreiten und dann, ziemlich entfernt von ihrer Ursprungsstelle, nach aufwärts krümmen. Infolge ihres gedrungenen, niedrigen Wuchses sind diese Juniperuspolster vor der austrocknenden Wirkung des Windes und der Sonnenstrahlen besser geschützt, als es bei recht gestrecktem Wuchs der Fall sein würde.

Pulsatilla vulgaris. — Wurzel sehr tief in den Boden eindringend. Oberirdische Theile stark behaart. Auch die Perigonblätter tragen Haare, indessen nur auf ihrer Aussen-, nicht auf ihrer Innenseite. Diese letztere ist auch in der That im Knospenzustande der Blüthe und bald nach dem Aufblühen, wenn die Perigonblätter noch nicht völlig ausgebreitet sind, dem Wasserverlust weniger ausgesetzt.

Bei Pulsatilla schützen in allererster Linie gewiss die Haare vor starkem Wasserverlust. Ein blühender Stengel von Pulsatilla vulgaris (a) und ebenso ein solcher von Ranunculus auricomus (b) wurden gewogen, auf trocknes Fliesspapier gelegt und nach 10 resp. ferneren 12 Stunden gewogen.

	a	b
Ursprüngliches Gewicht	1,220 g	1,150 g
Gewicht nach 10 Stunden . . .	0,805 „	0,565 „
Gewichtsverlust in %	34 %	50,8 %
Gewicht nach ferneren 12 Stunden	0,587 g	0,345 g
Gesammtverlust in %	52 %	70 %

Anemone silvestris. — Bei Anemone silvestris muss vor allen Dingen die Behaarung der Pflanze als ein Schutzmittel gegen zu starke Transpiration betrachtet werden. Auch die zarten Perigonblätter der Blüthe tragen

auf ihrer Aussenseite Haare, während solche der Innenseite derselben fehlen.

Bei der Untersuchung des Stengelquerschnittes fällt ein ziemlich entwickelter Sklerenchymring, an den sich die Gefässbündel anlehnen, auf, und ebenso das reich entwickelte Markgewebe, welches gewiss als Wasserspeicher funktionirt.

Werden Exemplare von Anemone silvestris zum Welken hingelegt, so ist leicht mit Hilfe der Kobaltprobe festzustellen, dass die Stomata der grossen, grünen Hüllblätter unter der Blüthe sich im Laufe von etwa 2 Stunden geschlossen haben. Stellt man die Pflanzen nunmehr in Wasser, dann tritt alsbald wieder ein Oeffnen der Stomata ein. Jener Verschluss der Spaltöffnungen beim Welken ist keineswegs allein auf Xerophyten beschränkt, sondern auch an solchen Pflanzen, die feuchtere Standorte bewohnen, z. B. Ranunculus auricomus, kann er leicht nachgewiesen werden. Anemone hat dagegen noch immer das besondere Mittel der Behaarung als Schutz vor zu starker Verdunstung, wie die Ergebnisse folgender wiederholt angestellter Versuche deutlich zeigen.

	Anem. silv.	Ranunc. auric.
Ursprüngliches Gewicht . .	2,010 g	1,952 g
Gewicht nach 12stünd. Welken	1,800 „	1,510 „
Gewichtsverlust in %	10,4 %	22,6 %
Gewicht nach 24stünd. Welken	1,625 g	1,145 g
Gewichtsverlust in % . . .	19 %	41,3 %

Die Versuche wurden bei einer mittleren Zimmertemperatur von 13° C. ausgeführt.

Geranium sanguineum. — Die Pflanze hat ausserordentlich mächtig entwickelte unterirdische Organe, welche aber nicht tief gehen, sondern sich parallel der Bodenoberfläche ausbreiten. Die handförmig gestielten Blätter führen auf der Oberseite keine, auf der Unterseite 192 Spaltöffnungen pro qmm. Epidermis auf Blattober- und Blattunterseite stark cuticularisirt. Die Epidermiszellen der Oberseite besitzen grösseren Durchmesser, als die der Blattunterseite. Die Blattoberseite trägt unter anderen kurze Köpfchenhaare, die Unterseite lange, schlauchförmige Haare. Das Palissadenparenchym nimmt ungefähr die Hälfte des Blattquerschnittes ein.

Bei solchen Pflanzen, die im Schatten stehen, sind die Blätter rechtwinklig zum Lichteinfall gestellt. Der Sonne stark ausgesetzte Pflanzen dagegen richten ihre

Blätter in Folge einer Krümmung des oberen Blattstielendes vertikal, eine Einrichtung, die schon mit Recht von Stahl*) als Schutzmittel gegen zu starke Transpiration gedeutet worden ist.

Bupleurum falcatum. — Das kräftige, mit ziemlich langen Wurzeln besetzte Rhizom ist mehrköpfig. Die unteren spatelförmigen und die oberen sitzenden Blätter sind lang und schmal, oft ziemlich horizontal gerichtet, auf Ober- und Unterseite mit Wachsüberzug versehen; denn wenn man sie in Wasser taucht, tritt auf ihrer Ober- und Unterseite Silberglanz hervor.

Das Palissadenparenchym ist gut entwickelt, und die an die Epidermis der Unterseite grenzenden Elemente des Schwammparenchyms sind sehr regelmässig, fast palissadenartig gestaltet, aber besitzen doch nicht die Länge der Zellen des eigentlichen Palissadengewebes der Oberseite. Die Anzahl der Stomata beträgt pro qmm auf Blattoberseite 369, auf Blattunterseite 462. Der xerophile Charakter dieser Pflanze ist auf jeden Fall hier nicht so scharf ausgeprägt.

Teucrium montanum. — Dieser Halbstrauch hat eine sehr tiefgehende Wurzel. Die verzweigten Stengel sind an der Basis holzig und niederliegend, so dass sie oft erhebliche Bodenflächen förmlich überlagern. Der Stengel ist behaart, ebenso die schmallanzettlichen Blätter, sodass sie auf der Unterseite graufilzig erscheinen. Der Querschnitt des Blattes zeigt sehr stark entwickeltes Palissadenparenchym und stark verdickte Cuticula der Epidermis. Auf der Blattunterseite sind neben Köpfchenhaaren ziemlich viele lange, schlauchförmige Haare vorhanden; auf der Blattoberseite stehen nur einzelne Köpfchenhaare. Das Blatt von Teucrium besitzt nur auf der Unterseite Spaltöffnungen. Es wurden pro qmm 261 Spaltöffnungen gefunden. Diese Angabe ist aber vielleicht nicht völlig genau, da es der reichen Entwickelung der Haare wegen schwierig ist, die Zählungen sicher durchzuführen. Beim Austrocknen biegen sich die Ränder des Teucriumblattes nach unten um, ein Vorgang, der neben der Behaarung sowie der Production von ätherischem Oel und dem rasenartigen Wuchs der Pflanze zur Verminderung der Transpirationsstärke mitwirken mag. (Siehe auch Gradmann.)

---

*) Stahl, Ueber den Einfluss des sonnigen und schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jena, Fischer 1883.

Thymus Serpyllum. — Die unterirdischen Organe dieses niederliegenden Halbstrauchs dringen sehr tief in den Boden ein. Die kleinen Blätter sind fast nur am Rande behaart. Die Cuticula der Epidermis von Ober- und Unterseite der Blätter ist fast gleich dick. Palissadenparenchym schön entwickelt. Auf der Blattoberseite sind pro qmm 69, auf der Blattunterseite 223 Spaltöffnungen. Die Pflanze duftet sehr stark.

Sedum acre. — Die unterirdischen Organe dieser Pflanze sind auffallend schwach entwickelt; dafür besitzen die Stengel und besonders die Blätter des Gewächses einen succulenten Charakter, so dass das einmal aufgenommene Wasser in denselben in erheblicher Menge aufgespeichert werden kann. Der Blattquerschnitt zeigt eine mit dicker Cuticula versehene Epidermis. Das Grundgewebe ist an den Kanten der Blätter sehr chlorophyllreich; nach innen zu folgen chlorophyllärmere Zellen, welche besonders als Wasserspeicher funktioniren, sodass die Pflanze Perioden der Trockenheit gut überdauern kann.

Es ist schon lange bekannt, dass der Saft der Crassulaceen zu verschiedenen Tageszeiten nicht dieselbe Acidität besitzt. Nachts ist der Gehalt an freier Säure (Apfelsäure) grösser als am Tage. Im Dunkeln und bei relativ niederer Temperatur führt die Athmung der Crassulaceen dahin, dass nur eine theilweise Oxydation der für den Athmungsprocess bestimmten Körper erfolgt. Die Produkte dieser unvollkommenen Verbrennung sind eben organische Säuren. Am Tage bei Lichtzutritt und hoher Temperatur macht sich nun eine Oxydation dieser Säuren geltend, sodass ihre Menge erheblich vermindert wird und die Acidität des Zellsaftes sinkt, um in der Nacht abermals bedeutender zu werden.

Die nächtliche Anhäufung der Säure in den Crassulaceen ist gewiss insofern von biologischer Bedeutung für die meist auf trockenem Boden lebenden Gewächse, als durch dieselbe eine reichlichere Wasseransammlung in den Zellen auf osmotischem Wege ermöglicht wird.

Durch einfache Prüfung mittels Lackmuspapieres gelang es freilich nicht, den täglichen Säurewechsel bei Sedum acre zu constatiren; derselbe ist aber doch sicher, wie bei anderen Crassulaceen, vorhanden und bei genauerer Untersuchung unter Benutzung von Titrirmethoden festzustellen.

Centaurea jacea. — Diese Pflanze tritt in zwei

Formen auf, von denen die eine auf Wiesen wächst, die andere z. B. auf trockenen Kalkhängen vorkommt. Beide Formen unterscheiden sich schon äusserlich sehr bedeutend. Die Wiesenform zeichnet sich durch den Besitz recht grosser, breiter, ziemlich horizontal gestellter, grüner Laubblätter aus, während die Blätter der Bergform schmal erscheinen (etwa nur $^1/_3$ der Breite der Blätter der Wiesenform haben) und mehr aufgerichtet sowie von graulicher Farbe sind. Die Vertheilung der Spaltöffnungen ist folgende:

Wiesenform	Oberseite :	54	pro	qmm
"	Unterseite :	100	"	"
Bergform	Oberseite :	123	"	"
"	Unterseite :	154	"	"

Den anatomischen Bau der Blätter beider Formen hat bereits Heinricher*) untersucht. Bei der Wiesenform ist auf der Oberseite zweischichtiges Palissadenparenchym unter der Epidermis entwickelt, auf der Unterseite aber nur eine Reihe von Palissadenzellen vorhanden, an welche sich nach innen zu Schwammparenchym anschliesst. Bei der Bergform findet man auf Ober- und Unterseite der Blätter zwei Schichten Palissadenzellen, das Schwammparenchym aber entsprechend vermindert.

Wurden Sprosse oder isolirte Blätter der Berg- und Wiesenform von Centaurea jacea, ohne dass man ihnen Wasser zuführte, sich selbst überlassen, so ergab sich mehrfach (nicht immer), dass die Sprosse und Blätter der ersteren schneller austrocknen, als diejenigen der letzteren Form, ein Resultat, welches ebenfalls auf den xerophilen Charakter der schmalblättrigen Bergform unserer Pflanze hinweist.

---

*) Heinricher, Ueber isolateralen Blattbau etc. Pringsheims Jahrbuch f. wissensch. Botanik, Bd. 15.

Druck von G Bernstein in Berlin.

Naturwissenschaftliche Abhandlungen.
Heft 28.

Die

Bogen der Oceanier.

Von

L. Frobenius.

Mit 7 Abbildungen.

Sonder-Abdruck aus der „Naturwissenschaftl. Wochenschrift"
Redaction: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1901.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Unter allen Waffen und Geräthen der Menschen giebt es nicht einen Gegenstand, der in gleichem Maasse intensiv und allseitig von der Ethnologie behandelt wurde wie der Bogen. Da ist Morse über Bogenspannen, Henry Balfour über den zusammengesetzten Bogen, Murdoch über den Eskimo-Bogen, Ratzel über den afrikanischen, Mason über den nordamerikanischen und Herrmann Meyer über den südamerikanischen, Pleyte über die Beziehung des Bogens zum Blasrohr im indonesischen Archipel und endlich eine ältere und eine ganz neue Arbeit von v. Luschan über zusammengesetzte und verstärkte Bogen nachzulesen. Anuchins Arbeit über die russischen Bogen ist mir noch nicht zu Gesicht gekommen. Die meisten dieser Arbeiten berücksichtigen das Museumsmaterial und sind demnach als Quellstudien zu erklären. Auf diese Weise sind wir denn heute so ziemlich über die afrikanischen, amerikanischen und auch wohl die asiatischen Bogen aufgeklärt, wenn auch zu bedenken ist, dass von den asiatisch-europäischen mehr oder weniger nur die complicirteren bearbeitet wurden, die einfacheren dagegen wenig Beachtung fanden. Die vierte Gruppe der oceanischen Bogen ward im Verhältniss zu den anderen recht vernachlässigt. Nur im Anhange seiner grossen Bogenabhandlung hat Ratzel solche der Negritos und von Neuguinea behandelt und Pleyte hat lediglich das Verbreitungsproblem der indonesischen Bogen besprochen. Der Tonga-Bogen gab Balfour und v. Luschan Anregung zu einigen Darlegungen und letzterer hat endlich als erster denn auch einen zusammengesetzten Bogen von Neuguinea nachgewiesen. Damit ist dann alles Wesentliche, was mir an Vorarbeiten bekannt wurde, erschöpft. Ich aber möchte heute den Versuch machen, die Lücke in der Bogenlitteratur auszufüllen und ein Bild der oceanischen Bogen wie nachfolgt, zu entwerfen.

Der Bogen bietet drei Probleme: 1. das Verbreitungs-Problem, 2. das Form-Problem und endlich 3. das Abstammungs-Problem, von denen die ersteren beiden

ziemlich unabhängig von einander, das dritte aber erst nach deren Erörterung und im Anschluss an dieselben besprochen werden kann.

1. Das Verbreitungsproblem beschäftigt sich mit der Frage, wo der Bogen überhaupt vorkommt. Danach wird erörtert werden müssen, wo er einst heimisch gewesen, heute aber verschwunden ist. Beide Fälle werden durch eine ganze Reihe von Vorkommnissen verbunden. Denn bald ist der Bogen noch ein Spiel-, bald noch ein Jagdgeräth. Wissen wir über diesen Thatbestand bescheid, so drängt sich im Falle einer Verkümmerung in der Verbreitung die weitere Frage auf, wodurch denn der Bogen verdrängt worden sei oder werde. Diese Seite der Probleme ist bislang nur von Professor Ratzel sehr glücklich behandelt worden.

2. Das Formproblem unterscheidet die beiden Systeme des in den bekannten Krümmungen sich bewegenden und aus mehreren Theilen zusammengesetzten Bogens und andererseits des einfachen gestreckten Bogens. Dass beide vielfach in einander übergehen, ist klar und erwiesen, aber unsere Bogenlitteratur hat sich im Laufe der letzten Jahre zu sehr auf das Studium der Zusammensetzung caprizirt, hierin allerdings erfreuliche Resultate erzielt, aber andererseits wichtige Momente, zumal der Wölbung des Bogens und der Sehnenlagerung, zu sehr übersehen.

3. Das Abstammungsproblem endlich fordert einen Vergleich der Formverwandtschaft unter strenger Berücksichtigung der geographischen Verbreitung.

Diese drei Probleme werden stets zu berücksichtigen sein, wenn wir nachgehend die Formen Oceaniens, ihre Verbreitung und Verwandtschaft erörtern. Auf dem begrenzten Raume einer provisorisch angelegten Studie, wie es die vorliegende ist, kann unmöglich ins kleine geführte Detaillirung erreicht werden, wie es auch undenkbar ist, das ganze Material textlich und bildlich wiederzugeben. Daher beschränke ich mich auf Wiedergabe nur der wichtigsten Typen in Abbildung und Beschreibung der allgemeinen Formen. Seltene und unbestimmte Ausnahmebeschreibungen können keinen Platz finden. Endlich aber muss auch die Darstellungsweise dadurch eingeschränkt werden, dass die eigentlich wünschenswerthe Zweitheilung des Stoffes (1. Beschreibung der Formen, 2. Untersuchung der Beziehungen) einer schlichten entwickelungsgeschichtlichen weichen muss, der eine kurze Erörterung vorausgesandt wird.

Oceanien besitzt zwei extreme Bogenformen, deren bekanntere den Namen des „Asiatischen“ nach ihrem Ursprungsgebiete erhalten hat, deren zweite sich aber als die vormalajische zunächst und nur provisorisch beziehen, weil sie sich hauptsächlich in den Händen einer Bevölkerung befindet, die schon vor der malajisch-polynesischen Wanderung in der Südsee und im Speciellen in Melanesien, ansässig war. Der asiatische Bogen hat folgende Merkmale: 1. Die Sehne liegt im Ruhezustande auf dem Rücken des Bogens (Fig. 1*C*) und im gespannten Zustande (Fig. 1*D*) sind die Seiten stark herabgebogen. 2. Diese Eigenart, die „Reflexe“, wie Luschan sie nennt, bedingt ein doppeltes Sehnenlager nämlich: im Ruhezustand liegt die Sehne auf den „Schultern“ (Fig. 1*A* und *By*) im gespannten in der „äusseren Kerbe“. (Fig. 1*A* und *Bx*.) 3. Der Bogen ist zusammengesetzt, d. h. vor allen Dingen auf dem Rücken mit Sehnen, Hornstreifen oder Holzstreifen verstärkt. Diese Verstärkungsmittel üben naturgemäss eine sehr wuchtige, federnde Kraft aus. 4. Hängt ganz eng hiermit die eigenartige Biegung des Bogens zusammen. Die beiden Schenkel sind erst stark herab-, dann wieder am Ende ein wenig aufgebogen. Die Bogen asiatischer Verwandtschaft haben daher alle auch im Ruhezustande eine Biegung.



Fig. 1.

Asiatischer Bogen. *A* = Ende von der Seite, *B* = Ende von aussen, *C* = in Ruhespannung (Sehnenlager auf den Schultern), *D* = Gebrauchsspannung (Sehnenlager in den Rückenkerben).

Dagegen ist beim vormalajischen Bogen zu berücksichtigen: 1. Die Sehne wird im Ruhezustande abge-

nommen. Während beim asiatischen Bogen die Sehne in beiden Lagen festsitzt, ist dies bei den vormalajischen nicht der Fall. 2. Die Befestigung der Sehne verlangt Verdickungen am Bogen, auf denen die Sehnenschleife ruht. Es werden solche entweder aus dem Vollen geschnitten oder auch Ringe von Flechtwerk oder Holzkragen übergeschoben. 3. Der Bogenstab ist, soweit er aus Holz besteht, innen meist mit einer Abflachung versehen, die sogar in einer Art Rinne sich merklich macht. 4. Der Bogenstab ist im Ruhezustand ganz gerade und gespannt beschreibt er einen einfachen Kreisbogentheil.

Jetzt werden wir der Reihe nach die Bogen Indonesiens, Poly- und Mikronesiens und Melanesiens besprechen.

I. Die Bogen Indonesiens.

Der Bogen ist in Indonesien vom Blaserohr, das vom Nordwesten aus sich verbreitet, zurückgedrängt. Er ist demnach auf Sumatra, Java, Borneo, Celebes keine gebräuchliche Kriegswaffe, sondern ein seltenes Geräth, auf den kleinen Sunda und auf den Philippinen dagegen noch häufig. Je näher wir Melanesien kommen, desto häufiger treffen wir den Bogen auch als mächtige und wichtige Waffe. Als Ausnahmen im Vorkommen sind zu erwähnen: 1. der Bogen bei den wilden Stämmen Formosas, 2. bei denen der Nikobaren und Andamanen, 3. auf den Pogi, Page oder Mentawej-Inseln westlich von Sumatra und endlich 4. auf den Suluinseln und auf den diesen gegenüberliegenden Küsten Borneos. Es folgt nun die Besprechung der Haupttypen der indonesischen Bogen:

1. Formosa-Bogen. Ich konnte vier Exemplare im Berliner Museum prüfen. I *D* 4495 ist aus Holz, innen convex gewölbt, aussen flach, ca. 145 cm lang. Die feine gedrehte Schnursehne ist oben unter einer Verdickung des Endes in seitliche Einkerbung, unten dagegen, wo sie in doppelter Schlinge ausläuft, über ein scharf verdünntes Ende gehängt (vergl. Fig. 2 *A*). Das merkwürdigste an diesem wie anscheinend an den meisten Bogen von Formosa ist, dass die Sehne im Ruhezustande auf den Rücken des Bogens gelegt und hier durch Einbettung in einen mit einer Längsrinne versehenen Knoten auf der Aussenfläche des Bogens festgehalten wird. Das ist ein ausgeprägt asiatisches Merkmal an einem sonst

gestreckten Bogen. Berlin I *D* 4495 von 140 cm, in der Mitte mit Rotang und Schnur umwickelt, braunes Holz, sowie Berlin I *C* 30916 von 159 cm, anscheinend (?) Bambus, aufbewahrt in Spannung (9 cm Spanntiefe)

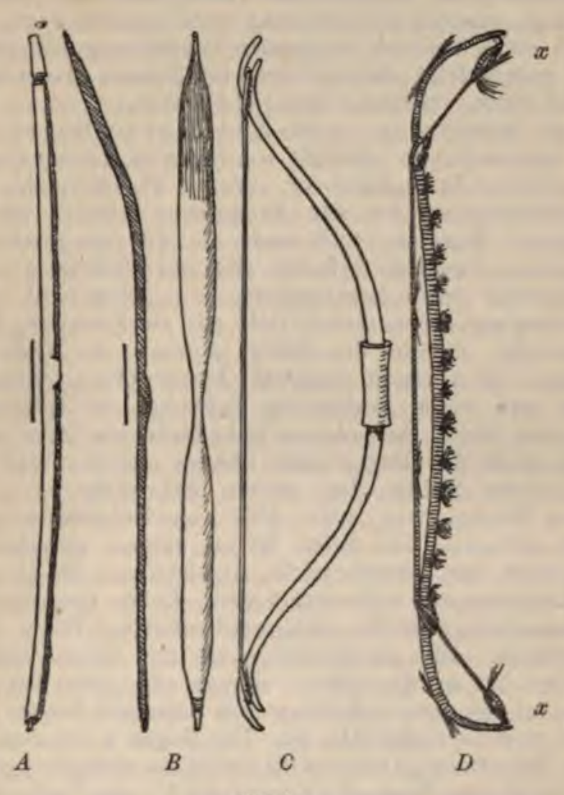


Fig. 2.

Indonesische Bogen. *A* = von Formosa (die Sehne liegt auf dem Rücken), *B* = von den Nikobaren, Längsschnitt durch die Mitte (‖ = Innen) und Innenansicht, *C* = Java, *D* = Nord-ost-Borneo.

haben die gleichen Eigenschaften. Letzterer ist auch auf der Aussenseite, wie innen im Querschnitt convex. Bei allen Bogen, auch bei dem folgenden, ist die Breite des Holzes in der Mitte $2^1/_2$—$2^1/_4$ cm. Letzterer, Berlin I D 7344, Bambusbogen von 116 cm Länge, ist in Spannung

mit 7 cm grösster Spanntiefe aufbewahrt. Die Innenseite des Bambus liegt aussen, die Scheidewände sind fein abgeschliffen, aber noch erkennbar. Querschnitt genau rechteckartig, $1^1/_2$ cm tief und $2^1/_4$ cm breit. Die Sehne aus gedrehter Schnur ist oben in doppelter Schlinge über eine scharf abgegrenzte Verdünnung, der eine Verdickung, respective Ausladung nach innen folgt, unten durch einfach scharf abgesetzte Verdünnung festgehalten. Wie gesagt fehlt diesem Bogen der äussere „Lageknoten“ in der Mitte. (Grund: Material-Bambus.)

2. Nikobaren- und Andamanen-Bogen. Auf den kleinen Inseln nördlich von Sumatra kommt eine sehr wunderliche Bogenform vor. (Vergl. Fig. 2 *B*), die bisher des Näheren nur von den Andamanen bekannt war. Im Leipziger Museum, und zwar in der ausgezeichneten Sammlung von Man befinden sich aber 2 Bogen von den Nikobaren, deren Beschreibung ich geben will. Beide bestehen aus einem Stück Holz mit zwei breiten, flachen Schenkeln, die in der Mitte in eine, im Querschnitt oblonge oder runde schmale Einschnürung übergehen. Oben und unten laufen die Schenkel in Spitzen aus. Von der Mitte des oberen Schenkels bis zum unteren Ende stellt der Bogen eine absolut gerade Waffe dar. Die obere Hälfte des oberen Schenkels ist aber in einem Winkel von etwa 120° (im Ruhezustand) nach innen gebogen. Die Sehne ist am unteren geraden Ende festgelegt, am oberen leicht angebunden, da die Bogen im Ruhezustande aufbewahrt sind. Ueber der geknoteten Sehnenschlinge ist der untere Schenkel mit feiner Schnur umwickelt. Die ganze Sehne ist mit feinem Bast umwunden bis an die obere Schlinge, die nicht wie unten geknotet, sondern geflochten und dazu mit feinem Strickwerk zierlich umflochten ist. Der Bogen 1 der Sammlung Man (Bezeichnung: kârama) ist von Spitze zu Spitze gemessen ca. 190 cm lang. Breite der Schenkel = $7^1/_4$ cm, Tiefe = $1^1/_2$ cm Dicke der Mitte = 2 cm, Tiefe = $2^1/_2$ cm. Der Bogen 1 *a* (Angabe: Chókio) ist nur 170 cm lang. Schenkelbreite = $6^1/_4$ cm, Schenkeltiefe = $2^1/_2$ cm. — Dies sind charakteristisch asiatische, wenn auch einfache aus einem Stück Holz bestehende Bogen. Nicht nur die Form des Bogens, die Schenkelbildung ist hierfür maassgebend, sondern auch die oben geflochtene Schlinge der Sehne.

3. Java- und Bali-Bogen. Java hat grössere Bogen aus Holz und kleinere aus Horn. Beide Arten sind ziemlich stark gekrümmt; in der Mitte mit einer Ver-

dickung versehen und an den Enden leicht aufgebogen. Das aufgebogene Ende ist eingekerbt im Sinne der Holzfaser und so die Sehne von aussen in die abgebogenen Schenkel eingehängt. Der Bogen von Bali ist länger, in der allgemeinen Form ebenso, nahe den Enden aber durchbohrt und mit Eisenösen versehen, in die die in Eisenhaken auslaufende Sehne beiderseits eingehängt wird. Siehe Abbildungen bei Pleyte (Fig. 2*c*).

Davon zu unterscheiden ist der Sunda-Bogen, wie er im nördlichen Java von den Inlandstämmen benutzt wird und den ich bei den Aru-Bogen besprechen werde.

4. Sulu- und Borneo-Bogen. Es ist dies ein durchaus ausgeprägter Typus. Ich kenne aber nur zwei Bogen dieser Art, von denen der eine sich im Dresdner Museum (Sulu-Archipel), der andere in meinem Besitz (Borneo, Nordostküste) sich befindet. Wie die Litteratur aussagt, ist auch die Hoftruppe von Bandschermassing mit Bogen und Pfeil bewaffnet. Es ist mir aber zweifelhaft, ob dieser Typus bei diesen Kriegern vertreten ist. Der Borneo-Bogen (Fig. 2*D*) stellt einen Holzstab mit ausserordentlich stark aufgebogenen Enden dar; vor der Aufbiegung der Enden ist er auf der Aussenfläche mit einem Holzknoten versehen, sonst ist er in der Mitte und im Querschnitt $2^3/_4$ cm breit, 1 cm tief und aussen concav, innen flach. Der Bogen ist der ganzen Länge nach mit Rotangstreifen umwickelt, die oben und unten in eine Schleife auslaufen (*x*). Diese Schleifen sind ihrerseits mittels Rotang mit dem Endpunkt der Schnur und dem Knoten am Bogenholze verbunden. Die Sehne besteht aus einer ebenfalls mit Rotangstreifen umwickelten Schnur (sonach ist der ganze Bogen mit Rotang umwickelt), die in Schlingen um die Knoten des Bogenholzes geschlungen sind. Aussen ist der Bogen und hie und da auch die Sehne mit Haarbüscheln versehen und da der Bogen sehr leicht ist, dazu von Spitze (*x*) zu Spitze nur 1 m 5 cm misst, so macht er den Eindruck eines Spielzeuges, den man aber sofort verliert, wenn man die starken, eisenbeschlagenen Pfeile in Augenschein nimmt. Dass diese Bogen ebenso wie die von Bali und Java zu den asiatischen Formen gerechnet werden müssen, bedarf weiter keiner Erörterung.

5. Banda-Bogen. Hatten wir bisher einzelne und sogar seltene Vorkommnisse zu besprechen, so ist nunmehr eine grosse Menge von häufigen Formen unter diesem Namen zusammengefasst. Ich bitte bei dem Namen nicht

an die Inseln, sondern an das Meer zu denken, und in diesem Sinne ihn so zu verstehen, dass dieser Bogen für die meisten Inseln der Banda-See bezeichnend sei. Es gehören zu dieser Gruppe die Bogen von Mentawej oder Poggi, Bonerate, Flores, Allor, Timor, Wetter etc., Tanimbar etc., Ceram oder Seran, Halmahera (?). Der Bogen ist hauptsächlich dadurch gekennzeichnet, dass das eine untere Ende der Sehne festgelegt, das andere aber dagegen frei und meist doppelt gelagert wird, im Ruhezustand weiter unten als im gespannten. Sonst sind es langgestreckte, verhältnissmässig gerade Bogenstäbe aus Holz oder Bambus. Ich unterscheide eine westliche, centrale, östliche und nördliche Gruppe.

Westliche Gruppe. Mentawej-Bogen (Fig. 3*A*). Ein ausserordentlich fein geglätteter Bogenstab von fast rundem Querschnitt und ca 2 cm im Durchmesser in der Mitte, nur selten aussen etwas abgeflacht, ist, wenn nicht in Folge Feuchtigkeit verzogen, schnurgerade. Den längsten wie den kürzesten mir bekannten Bogen besitzt Berlin. I*C* 9490 hat 173 cm Länge und ist nicht einmal ganz erhalten (Spitze abgebrochen!), I*C* 7906 misst $146^1/_2$ cm. 4 Bogen in meinem Besitze zwischen 154 und 165 cm. Der Bogen der Sammlung Rosenberg in Darmstadt 167 cm. Am unteren Ende liegt die Sehne fest. Hier ist das Holz verdickt und mit einer Rinne versehen, worin die Schleife der Sehne liegt. Auch oben wird der Bogen dicker, hier aber setzt das Ende plötzlich scharf eingeschnitten und viereckig im Durchschnitt und 3—8 cm vom Ende entfernt ab. Dies vierkantige Ende ist meist zierlich geschnitzt. Ich kenne nicht zwei ganz gleiche Enden. Die Sehne besteht nicht, wie in der Litteratur mehrfach verzeichnet ist, aus Darm, sondern aus gefetteter Pflanzenfaser. Allerdings schreibt mir Dr. Müller von dem Rosenberg'schen Bogen: „Die Sehne ist gedrehte Darmsaite und in der Mitte, Auflagestelle des Pfeils, 7,5 cm lang mit hellerer Darmsaite umflochten", — was mir entgangen ist. Die Schleifen an den Enden, die sehr zierlich zweimal umschlungen sind, sind mit feinen gedrehten Fäden umsponnen.

Centrale Gruppe. Flores-Baber-Bogen. Auch bei diesen Bogen liegt das untere Ende fest und ist das obere beweglich. Dagegen sind wesentliche Unterschiede. 1. oben sind zwei Ruhestellen für die Sehne, 2. der Bogenstab ist nicht rund, sondern breit, aus Holz oder aus Bambus. Einige Maasse der Berliner Bogen-Sammlung

Jacobsen I C, 7448 Bonerate; Bambus; Länge 141, Breite $2^3/_4$ cm. I C 18 229; Larantuka, Flores; braunes Holz; Länge 114 cm. Querschnitt in der Mitte 27 mm breit, 16 mm tief, innen flach, aussen gewölbt, in der Mitte des Bogenstabes Lederumlage. I C 17 924 Flores, gelbes, knotiges Holz; Länge 137 cm; Querschnitt in der Mitte

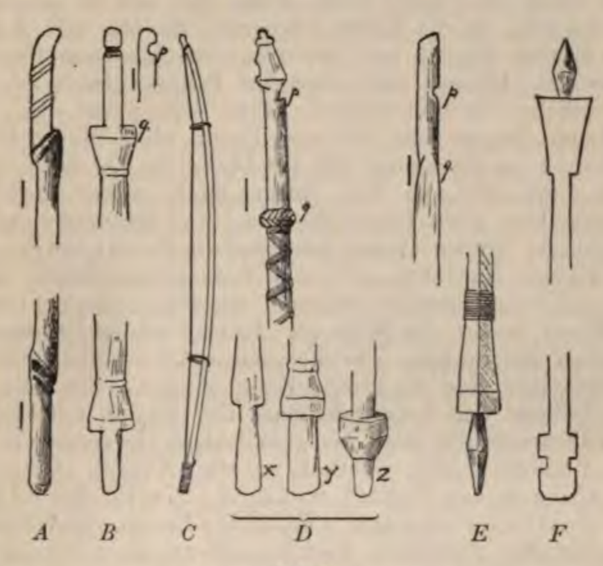


Fig. 3.

Banda-Bogen und Verwandte. *A* = oberes und unteres Ende eines Bogens von den Mentawej, von der Seite. (Der wagerechte Strich deutet stets auf die Sehnenseite.) *B* = do. von Allor, die Kerbenlagerung oben von der Seite, *C* = Bogen mit Spannringen, Timor, *D* = Tanimbar, ein oberes und drei untere Enden, letztere von aussen, *E* = Ceram, unteres Ende von aussen, *F* = Palau, beide Enden von aussen.

$2^1/_2$ cm breit, $1^1/_2$ cm tief, innen flach, aussen convex; nahe dem unteren Ende Umlage von Lederstreifen; für Jagd- und Fischerei. I C 21 421; Timor; Bambus; 136 cm lang; in der Mitte 3 cm breit; oberes Ende zierlich geschnitzt. I C 18 861; Allor; brauner, fein geglätteter Holzbogen, 112 cm lang; Querschnitt in der Mitte $2^1/_2$ cm breit, $^3/_4$ cm tief; Knoten zierlich geschnitzt. I C 18 858; Allor; Holz; in der Mitte $3^1/_2$ cm breit; Umlage von Rotang und 2 Lederstreifen von 13 und 8 cm, Fischerei-Bogen. I C

9234; Kisser; Bogen aus Palmrinde; 125 cm lang, sehr leicht. IC 19833; Baber; 151 cm lang; gelbes Holz mit 22 ca. $1^1/_2$ bis 2 cm breiten Rotangstreifen; Querschnitt innen flach, aussen stark convex, $3^1/_2$ cm breit, 12 mm dick; ähnlich IC 19061; Baber, 158 cm lang. — Die Sehne besteht meist aus gedrehter Pflanzenfaser, dazwischen tritt Schnur auf. Unten liegt sie stets auf dem Knoten auf, oben sind sie (vergl. 3*B*), wenn der Bogen gespannt werden soll, in die Kerbe gezogen. Knoten und Kerbe sind oftmals zierlich und in vielen verschiedenen Formen geschnitzt, bleiben sich aber im Prinzip gleich. — Als wesentliche Merkwürdigkeit bilde ich unten 3*C* den Leidener Bogen 309/789 von Timor ab. Dieser Holzbogen ist in Spannung 136 cm lang, in der Mitte fast 3 cm breit, $1^3/_4$ cm dick, innen flach, aussen convex; Schnursehne; oben Lager für Ruhe und Spannung, unten festgelegt. Dieser Bogen hat nämlich Spannringe, die aus Rotang bestehen und mit Rotang umwickelt sind. Soll die Sehne straffer gespannt werden, so schiebt man die Ringe weiter der Mitte zu. Es sind das im Prinzip die gleichen Spannringe, die an den indonesischen Saiteninstrumenten eine so grosse Rolle spielen. Sie sind für den Beweis der Verwandtschaft der Bogen mit diesen Saiteninstrumenten und das gemeinsame Hervorgehen aus dem Bambus ausserordentlich wichtig. (Vergl. „Ursprung der afrikanischen Kultur" S. 135 ff., 274/75, 281 ff. etc.)

Oestliche Gruppe. Tanembar-Bogen. Soweit sie Kriegswaffen darstellen, bestehen sie aus Holz, diejenigen für Jagd und Fischerei jedoch sind aus Bambus fabricirt. Ein Bambusbogen in meinem Besitze misst 164, 4 Holzbogen 200—205 cm, ein gespannter Holzbogen bis 189 cm Länge bei 9 cm grösster Spanntiefe. Alle Bogen sind mit gedrehter Pflanzenfasersehne versehen, die an den Schlingen hie und da mit feinen Fäden umsponnen sind. Der Querschnitt der schweren Holzbogen in der Mitte ist vierseitig aussen und innen flach (und zwar aussen mehr convex, innen mehr concav) und an den Seiten convex. Breite $3—3^1/_2$ cm, Stärke $2—2^1/_2$ cm. Den Enden zu wird der Bogenstab rundlich, im Querschnitt nahe den Enden zuweilen kreisförmig. Der Stab ist meist der ganzen Länge nach in regelmässigen Abständen von ca. $^1/_2$ cm mit $^1/_2$ cm breiten Rindenstreifen oder auch mit dichtaneinandergewickelten Fäden in Streifen bis fast 40 cm breit umgeben, dazu mit schwarzem Pech oder dergleichen beschmiert. Auch kreuzweiser Bezug mit Rotangstreifen (?)

kommt vor (z. B. Berlin I *C* 8961; 2—6 cm Länge). Unten wird die Sehne entweder von einem dicken Knoten (*x*) oder einem kurzabgesetzten dünneren Ende (*y*), oder endlich einem aufgesetzten oder abnehmbaren Holzring (*z* der Fig. 3 *D*) festgehalten. (Das Vorhandensein einer derartigen Erscheinung ist wichtig und ich verweise daher auf mein gutes Belegstück: Berlin I *C* 8894 von Tanembar 2 m lang.) Oben ist das Ende zierlich geschnitzt. Von aussen ist eine Kerbe zur Aufnahme der Sehne angebracht, darunter (bei *q*) in den meisten Fällen ein kräftiger Rotangwulst. Dieser ist für die Sehne im Ruhezustand bestimmt.

Nördliche Gruppe, Seran- (Ceram-) und Halmahera-Bogen. Es kommen auf diesen Inseln mehrere Formen vor, was schon daraus hervorgeht, dass die Bogen des Berliner Museums mit der Beschreibung von Martin nicht übereinstimmen. Der Bogen Berlin I *C* 10 880 Ceram besteht aus Palmholz, ist 192 cm lang, in der Mitte 3 cm breit und $1^3/_4$ cm dick. Der Querschnitt ist fünfseitig und zwar deshalb, weil die Aussenfläche convex gebrochen ist. Die Sehne ist gedreht und die obere Sehnenschlinge umwickelt. Im gespannten Zustande liegt die Sehne bei *p*, im schlaffen bei *q*. Von *q* ab (Fig. 3 *E*) ist nämlich das Bogenholz abgerundet. Nach unten schwillt das Bogenholz nahe dem Ende an, setzt dann aber scharf ab und läuft in einen seinerseits wieder an- und ebenso wieder abschwellenden, in Querschnitt 6seitigen Stift aus. Dagegen sagt Martin (Molukken S. 195 ff.): „Die meisten Bogen sind von einem Bambusstreifen angefertigt, dessen Innenseite beim Gebrauche nach aussen gekehrt ist („wie bei allen oceanischen Bogen"). Sie sind symmetrisch und gleichmässig sich verjüngend und in eine einfache Spitze oder einen länglichen, roh vierseitig zugeschnitzten Knopf auslaufend. Die aus gespaltenem und zusammengedrehtem Rotang verfertigte Sehne ist nicht dauernd befestigt und der Bogen wird auch in der Regel abgehangen vom Träger mitgeführt. Die Oese, mit der die Sehne jederseits endigt, wird beim Spannen einfach in eine Einkerbung gelegt, die sich nahe am Ende befindet; besondere Wülste, welche ihr ein besseres Wiederlager schaffen würden, fehlen. — Der grösste Bogen 177 cm, der kleinste 127 cm" etc. — Die Bogen von Halmahera sind Berlin I *C* 8859 = 178 cm, I *C* 8558 = 175 cm lang, aus Palmholz gearbeitet und unten mit fest eingelegter Sehne, oben mit Kerbenlagern versehen. Hier

ist der Bogen übrigens im Verschwinden begriffen. Auf Amboina und Buru fehlt er schon ganz. — Ein von Kükenthal (Archipel S. 171) gemessenes Exemplar maass nur 170 cm.

Aus alledem ist zu ersehen, dass wir es mit einer Familie zu thun haben, deren verschiedene Glieder allerdings einen eigenen Typus angenommen, die aber dennoch die Eigenarten ihrer Verwandtschaft behalten haben. Und diese bestehen darin, dass alle Banda-Bogen lange, gestreckte Stäbe sind, bei denen unten die Sehne fest angelegt ist unter einem Knoten im Holz oder Bambus, die oben aber nur zeitweilig die Sehne auf einem festen Lager tragen, im gespannten jedenfalls nie, sondern dann, wenn sie gebraucht werden sollen, in eingschnitzten Kerben. Die Frage nach der weiteren Verwandtschaft dieser Formen ist nicht so leicht zu beantworten. Gehen wir nämlich von dem oberen Ende aus, das mit zwei Lagen für die Sehne versehen ist, so fällt die Aehnlichkeit mit asiatischen Bogen auf (vergl. Fig. 1), die auch eine Kerbe zur Aufnahme der Sehne im gespannten und mit Schnitten zur Aufnahme der Sehne im Ruhezustand versehen sind. Gehen wir dagegen vom unteren Ende aus, wo ein Holzknoten, eine abgesetzte Spitze oder gar ein aufgeritzter Holzkragen (Fig. 3 *Dz*) die Sehne trägt, so werden wir unbedingt auf vormalajische Form bestimmen. Und für letzte Bestimmung ist noch die lange, gestreckte Form, dann das Prinzip des Sehnenabspannens, und endlich noch das ausschlaggebend, dass auch oben nicht einfache Schultern als Ruhelager dienen, sondern auch Knoten und Knöpfe. Demnach erklären wir die Banda-Bogen als Mischformen mit wesentlich vormalajischen Merkmalen, aber mit starken asiatischen Elementen, als welche das Motiv der Zweitheilung im Ruhe- und Spannungslager und die Eigenart des Spannungslagers als äussere Kerbe anzusehen sind.

6. Aru-Kei-Sunda-Bogen. Diese ist eine sehr zahlreiche und variantenreiche, aber innerlich doch sehr abgeschlossene Gruppe, deren Vorkommen auf dem westlichen Neuguinea, auf den Aru und Kei und endlich bei den Sunda im nördlichen Theile von Java nachweisbar ist. Ich gehe von den entwickeltsten Formen aus und verfolge die Abwandlung bis zu den sehr einfachen Gestalten herab. Ich unterscheide dabei 4 verschiedene Stadien, die alle auf den Aru-Inseln vertreten sind. (Vergl. Fig. 4.)

1. Stadium. Leipzig, Sammlung Ribbe, No. 410, Bogen aus Palmholz. Länge von Spitze zu Spitze ca. 120 cm. Spanntiefe ca. 17 cm. Die Rotangsehne ist in Kerben auf der Aussenseite eingelagert, deren obere ca. 9, deren untere aber nur 4 cm vom Ende entfernt liegt. Die obere Spitze ist zierlich geschnitzt. Das Bogenholz ist in der Mitte $2^1/_4$ cm breit, $1^1/_4$ cm stark, innen stark convex und aussen stark abgeflacht. Auf der Aussenseite nun liegt ein zweiter flacher Stab aus Palmholz auf und ist mit 10 Rotangbändern auf dem Bogen derart festgebunden, dass das untere Ende, die Sehnenschlinge, auf der Aussenseite erreicht, mit dem oberen aber $7^1/_2$ cm von der Kerbe entfernt bleibt. Das Verstärkungs- oder Ober-Holz ist in der Mitte ca $1^3/_4$ cm breit und ca. $^3/_4$ cm stark, auf der Innenseite, mit der er auf dem Bogen aufliegt, natürlich glatt abgeschliffen und aussen leicht convex. (Fig. 4*A*.)

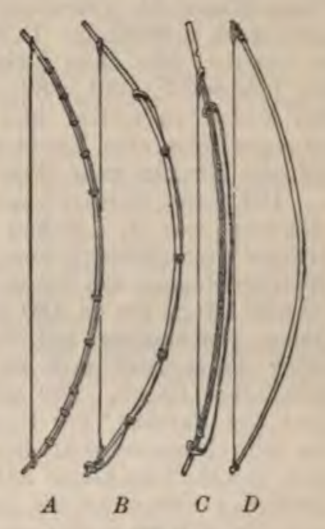


Fig. 4.
Bogen von den Aru.

2. Stadium. In meinem Besitz. Bogen aus Bambus. Länge von Spitze zu Spitze 94 cm. Spanntiefe $13^1/_2$ cm. Die Rotangsehne ist beiderseits in Kerben auf der Aussenseite ca. 4 cm vom Ende eingehängt. Bogenstab in der Mitte 2 cm breit, ca. 1 cm tief. Auf der Aussenseite, also über dem Rücken des Bogenstabes, läuft eine zweite Sehne, die genau der eigentlichen Sehne an Länge (86 cm) entspricht, in Folge dessen nicht den ganzen Bogenkreis überspannen kann, zumal sie unten noch unterhalb der Sehne übergehängt ist. In Folge dessen bleibt sie oben ca. 15 cm vom Ende entfernt. Mit dem Bogenholze ist sie an 4 Stellen durch zierlich gebundene Fäden zusammengehalten. (Fig. 4*B*.)

3. Stadium. Leipzig. Sammlung Ribbe. No. 417 = 80 cm lang. No. 412 = 105 cm lang. Beide aus Bambus.

Die beiden Bogen stimmen mit den unter 2 beschriebenen ganz genau überein bis auf das Fehlen einer Verbindung der Verstärkungssehne mit dem Holze. Demnach sitzt die Sehne sehr locker auf und beginnt ihre federnde Wirkungskraft erst bei grösserer Anspannung des Bogens. (Fig. 4 *C*.)

4. Stadium. Leipzig. Sammlung Ribbe. No. 1050. Länge 83 cm, Spanntiefe 8 cm. Ziemlich breite (in der Mitte über 3 cm) Bambusbogen. Die Sehne aus gedrehter Pflanzenfaser ist unten einfach in eine Kerbe gehängt, oben stark umwickelt. Doch liegt auch hier eine Kerbe zu Grunde. Alle diese kleinen Bambusbogen (No. 1059 = 86; 1055 = 83; 1061 = 82; 1054 = 90 cm Länge) werden den Enden zu spitzer und die Enden sind abgerundet. Dagegen fehlt eine Verstärkung durch Stab oder Sehne auf dem Rücken ganz (Fig. 4 *D*).

Der erste, welcher einen Bogen des erstens Stadiums nachwies, war v. Luschan (in den Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft 1899, S. 225). Derselbe stammt von Sekar, Mac-Cluer-Golf in Neuguinea, hat eine Länge von ca. 180 cm, ist langgestreckt, an beiden Enden gleichmässig mit Holzknoten zur Aufnahme der Sehne ausgerüstet und ist demnach ein typischer vormalajischer Bogen. Der aufgelegte Verstärkungsstab besteht aus Bambus, der Bogenstab aus Holz. Wie aus den sehr eingehenden Studien Ratzel's hervorgeht, kommen auch gewöhnliche kleine Bambusbogen Stadium 4 auf dem westlichen Neuguinea als Jagdbogen vor. Dahin gehören auch die allerdings stärkeren Bambusbogen von den Kei-Inseln (z. B. Berlin I *C* 19 914 = 147 cm lang; I *C* 19 911 = 162 cm lang, Kerben an beiden Enden; seitlich zusammengedrückt ebenda), sowie der Bogen der nördlichen Javanen (Sunda), der heute wohl nicht mehr vorkommt. Ein Exemplar in meinem Besitz ist aus einem Bambusstreifen, ca. 107 cm lang, ca. 15 cm Spanntiefe, in der Mitte $2^1/_2$ cm breit und $^3/_4$ cm dick, innen flach, aussen convex abgerundet. Die Rotangsehne mit beiderseits zierlich umflochtenen Schlingen ist an den Enden gleichmässig in seitliche Kerbung gelagert. Es ist eine schwächliche Waffe wie der Aru-Bogen. Auf den Aru selbst kommen neben den beschriebenen kleinen Bambusbogen, deren Innenseite zuweilen entzückend geschnitzt ist, noch kräftigere Holzbogen vor. Dieselben sind mit einer Cocosfaserschnur besehnt, stellen einen zierlich geglätteten Holzstab, $^3/_2$ so breit wie dick und in der Mitte rechteckigen

Querschnitt, mit seitlich zusammengedrückten Enden und kerbenartiger Absetzung dem Ende zu als Sehnenlagerung dar. Das Ende vor der Besehung ist unten kürzer als oben, wo noch ein zierliches Holzknöpfchen den Bogen zu schmücken pflegt. Maasse: Sammlung Ribbe 398, 184 cm lang, in der Mitte = 2 cm Dicke, 3 cm Breite, unteres Ende 5 cm, oberes 10 cm lang. Querschnitt in der Mitte des oberen Endes 2 cm dick, 1 cm breit. S. R. 419 = 148 cm lang. S. R. 396 = 133 cm lang. In meinem Besitz = 150 cm lang, alle gleich gestaltet. Dagegen S. R. 405 = 168 cm und S. R. 405 = 167 cm Länge mit seitlich abgesetzten Enden und halbkreisförmigem Querschnitt, da die Innenfläche abgeflacht, die Aussenseite aber convex gewölbt ist.

Im Wesentlichen sind dies natürlich asiatische mehr oder weniger abgeflachte Formen, deren Zusammengehörigkeit bis auf die zuletzt beschriebenen beiden Bogen S. R. 404 und 405 klar ist. Diese beiden jedoch verrathen vormalajische Merkmale einmal in den seitlich, statt von oben abgesetzten Enden und dann in der convexen Aussen- bis flachen Innenseite.

7. Philippinen-Bogen. Eine allgemeingültige, ausgezeichnete Beschreibung von Philippinen-Bogen hat Ratzel in seiner Abhandlung über die afrikanischen Bogen (im XIII. Bande der Abhandlungen der philologisch-historischen Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, S. 52) gegeben, die ich hier wiederhole. „Die grösste Sammlung von Negrito-Bogen liegt im Berliner Museum, wo wir, was besonders wichtig, auch einige gut bestimmte Exemplare finden. Wir heben aus diesen als typisch den Bogen von Maluno (im SO. der Provinz Isabella) hervor, welcher 162 cm lang, 3 cm breit, innen flach, aussen halbrund gewölbt ist, so dass der Querschnitt halbkreisförmig wird. Gegen die Enden wölbt sich die Innenseite und die Aussenseite gewinnt an Höhe. Die Spitzen sind 2 cm lang, leicht abgesetzt und durch Umwickelung mit Bast rauher gemacht. Die Sehne ist hart gedrehter Bast, wenig zurückgewunden. Die Arbeit ist im Ganzen eben, im Einzelnen rauh, ohne alle Politur. Merkwürdig gleichen sich nun fast alle anderen Bogen. Der Querschnitt ist flacher oder höher, die Sehne an einem Ende durch Umwindung verdickt. Die Höhe schwankt zwischen 141 und 149 cm. — Ein einziger Bogen, der höchste von allen, wird an der Unterseite von einer Rinne durchzogen. Glättere Arbeit, bis zu schwacher Politur,

kommt bei 2 Bogen aus dem Distrikt Saltan vor. Selten ist Verzierung: einmal kommt ein geharzter Bastring in der Mitte, ein anderes Mal eine Schnurumwindung auf der einen, zwei Bast- und eine Schnurumwindung auf der anderen Seite vor.“ — Dass daneben noch wichtige andere Bambusbogen vorkommen, ist wohl sicher, aber bis jetzt ist wenig ganz zweifelloses Material vorhanden und das Vorhandene schwer erreichbar. Halten wir uns also an die obige Beschreibung, zumal an das Vorkommen der inneren Rinne (Berlin I *C* 1862, Prov. Bataán, Samml. Cramer. Querschnitt in der Mitte 2³/₄ cm breit, 2¹/₄ cm tief; das eine Ende verjüngt, das andere kurz zugespitzt) sowie an die durch seitliche Absetzung gewonnene feste Sehnenlagerung (zumal an dem Bogen der Samml. Hans Meyer's in Leipzig gut erkennbar), so tritt die Beziehung zum vormalajischen Bogen klar hervor.

Zusammenfassung. Somit gehören die eigentlich asiatischen Formen (Formosa, Nikobaren - Andamanen, Java-Bali, Sulo-Borneo) dem Westen an. Nur eine Gruppe mit dem Hauptsitze Aru liegt im Osten, die annähernd ebenso reiche asiatische Merkmale trotz nachweisbarer Verkümmerung bietet. Sonst liegen wesentlich vormalajische Formen vor in dem Banda- und Philippinen-Bogen. wenn an diesen auch asiatische Kennzeichen auftreten. Soweit das Formproblem. Die Verbreitung lehrt dagegen häufiges und kräftiges Auftreten nur im Osten und fassen wir beide Probleme zum Abstammungsproblem zusammen, so ergiebt sich: dass der Bogen nur da in Indonesien sich als volksthümliche Waffe erhalten hat, wo die vormalajische Form vorherrscht, dass dagegen im Gebiete der asiatischen Bogen diese Waffe eine sehr untergeordnete Rolle spielt, dass sie hier im Verschwinden begriffen ist, dass die asiatischen Formen des Ostens aber Jagdwaffen sind.

II. Die Bogen Mikro- und Polynesiens.

Das Problem und zwar das Verbreitungs-Problem des, sagen wir kurz, polynesischen Bogens, ist eine vielbesprochene Sache. Die Ansichten schwanken vielfach, ob die Polynesier Bogen gehabt hätten oder ob nicht. Die Frage ist deswegen schwierig, weil die alten Seefahrer, die Entdecker und auch Vernichter dieser Kultur noch recht wenig Sinn für die Bogenforschung hatten und dass in den Kriegsberichten der Bogen verhältnissmässig

sehr, sehr selten Erwähnung findet, — ich wüsste nur wenige Stellen über Hawai und Tonga, — dass im Gegensatze dazu viele Autoren mit Verwunderung constatiren, dass diese „Wilden“ keine Bogen haben. Diese negativen Aussagen werden mit wenig Recht gegen die wenigen positiven in das Feld geführt. Ich glaube mit bedeutendem Unrecht. Denn man bedenke, dass z. B. Kubary den Bogen auf den Palau erst nach 2 Jahren gesehen hat. Was bedeutet es in Anbetracht dieser Thatsache, wenn ein Seefahrer nach mehrwöchentlichem Aufenthalt an einer Küste keinen Bogen sah und sagt: „sie haben keinen“. Die ganze Sache ist ja damit zu erklären, dass der Bogen in Polynesien keine Kriegswaffe, sondern durchweg fast eine Jagdwaffe ist. Wie wenige von allen Südseefahrern haben aber wohl Ratten- und Taubenjagden mitgemacht oder nur miterlebt? Stellen wir den negativen Aussagen die positiven gegenüber, so hören wir von folgenden Inseln, dass der Bogen vorkommt. Palau, Ponape, Gilbert, Hawai, Tahiti, Tonga, Neuseeland. Doch auch hier wird ausgesagt, dass der Bogen selten war. Nur die Tahitier und Tonganer hatten deren mehrere. Noch kümmerlicher als die Litteraturangaben sind die musealen Dokumente. In England scheinen noch mehrere Vertreter der verschiedenen Formen vorzukommen, auf dem Festlande Europa ist aber der Schatz ein sehr geringer. Ich selbst konnte nur sehr wenige Bogen untersuchen und bin deshalb zumeist auf die Litteratur angewiesen. Wichtig erscheint mir die nähere Besprechung des Palau-, des Tahiti-Paumotu- und des Tonga-Fidschi-Bogens, von denen Originale vorhanden. Später werde ich die Lücken durch Hinweis auf litterarisches Material auszufüllen suchen.

8. Palau-Bogen. — Nach Kubary dient der Bogen lediglich der Taubenjagd, doch zeigt er auf der ganzen Inselgruppe gleiche Gestalt. Er wird aus der mühsam zu bearbeitenden Luftwurzel einer Mangrovenart geschnizt. Der Bogen ist platt, 1,84—1,90 m lang, im Querschnitt rechteckig, 1—2 cm in der Mitte breit und 2 cm dick, sich unbedeutend gegen die Enden verjüngend. Die Spannweite beträgt 1,73 m, die Spanntiefe 16 cm. Die Eingeborenen unterscheiden ein unteres und ein oberes Ende. Das letztere ist breit und dient zur dauernden Befestigung der Sehne, das letztere ist spitz und für die jedesmalige Befestigung des anderen Endes der Sehne, die sonst nicht aufgespannt wird, dienend. Auf der

inneren Seite des Bogens befindet sich auf 35 cm von jedem Ende entfernt je eine erhabene Kerbe, in welcher die Sehne, sobald der Bogen nicht gespannt ist, ruht. Die Sehne ist entweder aus Hibiscusfaser gedreht, oder aus 4 Strängen des Rindenbastes der Luftwurzeln der ficus pseudobanian rund geflochten. — Prüfen wir die einzelnen Eigenschaften (Fig. 3*F*), so ist zu bemerken, dass das obere Ende ganz genau den unteren Enden der Banda-Bogen entspricht (vor allem Fig. 3*E*), dass aber das untere Ende gleichermaassen am Banda-Bogen vorkommt, z. B. Berlin I*C* 19 148 Wetter, I*C* 9234 Kisser, dann an einem Exemplar in meinem Besitz von Tanimbar etc. Danach also und nach dem Prinzip der unten festen, oben lockeren Sehnenbefestigung, gehört der Palau-Bogen zu den vormalajischen Bogen und ist er im Speziellen den Banda-Bogen nahe verwandt. Dazu kommt aber ein Merkmal, das weist direkt nach Norden, nämlich die Knoten zur Aufnahme der Sehne. Solche fanden wir vordem lediglich an dem Formosa-Bogen (Fig. 2*A*). Hier testirt sich diese Eigenart als Nachkommenschaft des asiatischen reflexen Bogens, bei dem im Ruhezustand die Sehne auf den Rücken gelegt wird. Bei dem Palau-Bogen, der nach Kubary nicht reflex ist, erscheinen diese asiatischen Merkmale nun auf der Innenseite. — Sonach mischen sich hier am Austritte aus Indonesien beide Formen.

9. Tahiti-Paumotu-Bogen. Vom Tahitier-Bogen sagt Wilson, dass er aus Holz gemacht sei. Mit diesem Bogen schiessen sie gegeneinander und nicht mehr nach einem Ziele. Es kommt dabei lediglich auf die grösste Entfernung an. Diese Instrumente gebrauchen sie nie im Kriege. Wallis: Ob sie gleich Pfeil und Bogen haben, so kann man mit solchen Pfeilen nichts als höchstens einen Vogel herabschiessen, indem sie nicht zugespitzt, sondern nur an einem Ende mit einem runden Steine versehen sind. Cook macht Bemerkungen gelegentlich der Notiz, dass die Matrosen den Eingeborenen Bogen und Pfeile gestohlen hatten. Sie brachten diese Sachen auch selten zum Fort hinab. Heute aber stellte sich Tuburai Tamaide mit den seinigen ein, weil ihn Herr G. zu einem Wettschiessen aufgefordert hatte. — Tuburai spannte seinen Bogen und schoss einen Pfeil, die allhier nicht befiedert sind, 822 Fuss weit, welches etwas weniger als $^1/_7$ und etwas mehr als $^1/_6$ einer englischen Meile beträgt. Ihre Art zu schiessen ist einigermaassen sonderbar: sie

knieen dabei nieder, und lassen in dem Augenblicke, da sie den Pfeil abgeschossen haben, den Bogen fallen. — Jedenfalls sind alle Schriftsteller einig, dass die Tahitier Bogen und Pfeile besassen, sie aber nur zum Zeitvertreib benutzten. Nun haben wir ausserdem eine Beschreibung eines Tahiti-Bogens aus alter Zeit, sowie einen derselben entsprechenden Bogen. Nach dieser Beschreibung von Mosely ist der Otahiti-Bogen sehr lang und besteht nur aus einem Stück; auf dem Rücken läuft jedoch eine Rinne in der eine breite Schnur lagert, die sich über die ganze Länge des Bogens hinzieht und an den Enden fest angelegt ist. — Den dem entsprechenden Bogen glaube ich nun nach langem Fahnden entdeckt zu haben in einem Bogen von Takapota, einer Insel der Paumotu, die bekanntlich vielfach Kulturmerkmale von Tahiti erhielten. Dieser Bogen liegt heute im Leipziger Museum und stammt aus einer vorzüglichen Sammlung, nämlich keiner anderen als den von Schmeltz geleiteten Godefroym. (No. 827). Da er an einigen Stellen lädirt ist, konnte ich ihn eingehend untersuchen (Fig. 5). Dieser Bogen ist etwas über 150 cm lang, in der Mitte etwas unter 3 cm breit und über 3 cm dick bei ovalem Querschnitt mit der breiteren Seite nach aussen. Die aus geflochtener Cocosfaserschnur (?) bestehende Sehne (3) wird am oberen und unteren Ende (2) in glei‹ch›
eingehängt. Diese Einkerbung von ausse‹n›

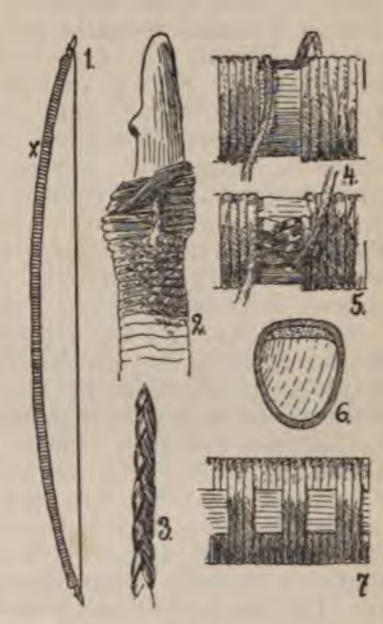


Fig. 5.

Bogen von den Paumotu. (2) das Ende von der Seite, (3) die Sehne, (4) Mitte von der Seite, (5) Mitte von aussen, ein Theil der Umhüllung ist losgelöst, (6) Querschnitt der Mitte, (7) Aussenansicht bei x.

einen asiatischen Eindruck. Der ganze Bogen ist von Kerbe zu Kerbe mit feinem Sinnet überzogen, die in der Mitte ledirt ist und hier ein Stück weit zurückgewickelt wurde (4 und 5). Und siehe, da zeigte sich die von Mosely angekündigte Schnur als breiter, aus Cocosfaser geflochtener Streifen auf dem Rücken des Bogens, der stark abgeflacht ist, lagernd. Ausserdem aber ist der Rücken nochmals verstärkt auf seinem oberen und seinem unteren Drittel, in der Weise, dass bei der Umwickelung mit Schnur viermal oder dreimal unter dem Fischbeinstreifen und dann immer dreimal über dem Fischbein gewickelt wurde. — Demnach liegt hier ein asiatischer Bogen vor, wie er dem Berichte von Mosely ganz entspricht. Dass einzelne Kleinigkeiten unterschiedlich sind, z. B. der Rücken nur abgeflacht ist und keine Rinne hat, können wir auf Konto individueller Variation schieben. Vielleicht lässt sich im Anschluss hieran noch anderes Bogenmaterial von Tahiti auftreiben.

10. Fidschi-Tonga-Bogen. Der weitere, durch Museumsmaterial wie durch Litteratur bekannt gewordene polynesische Bogen ist der von Tonga. Er wurde nach Mariner, dem besten Berichterstatter über die tonganischen Verhältnisse und nach Dumont D'Urville sowohl bei der Fana-kalai, einer Vogeljagd, als bei der Fana-guma oder Rattenjagd zur Anwendung gebracht. Aber sehr wesentlich ist, dass der Tonga-Bogen auch im Kriege benutzt wurde. Es geht das aus den sehr detaillirten Berichten Mariner's über die verschiedenen Kriegszüge deutlich hervor. Und das ist kein polynesisches Merkmal, sondern ein durchaus melanesisches. Und in der That hören wir ja auch nach direkter Aussage, dass die Tonganer den Kriegsbogen von den Fidschiern ererbt hätten. — Nun hat v. Luschan, der den Bogen von Tonga mit der Beschreibung von Mosely zu identificiren sucht, dieses übersehen und lediglich die Beschreibung von Forster herangezogen. Diese aber ist sehr eigenartig. Nach ihr war der Bogen 6 Fuss lang, ungefähr von der Stärke eines kleinen Fingers und im Ruhezustande nur wenig gekrümmt. Längs der convexen oder äusseren Seite lief für die Sehne ein vertiefter Falz oder eine halbe Hohlröhre, in der zuweilen der ca. 6 Fuss lange Pfeil Platz fand. Wenn nun der Bogen gespannt werden sollte, so musste solches nicht durch stärkere Krümmung seiner Biegung geschehen, sondern völlig umgekehrt, sodass der Bogen erst gerade und dann nach der entgegen-

gesetzten Seite umgebogen wurde etc. — Zum Studium ziehe ich Bogen von Fidschi heran, und gebe in Fig. 6 und zwar in *m* einen ganzen Bogen, in *n* das Ende desselben von innen, in *o* dasselbe von der Seite, und *p*, *q*, *r*, *s* noch weitere 4 Enden von innen. *t* ist der Querschnitt des Bogens *m*, *u* der des Bogens *p*, beide in der



Fig. 6.

m = Fidschi-Bogen *n*, *p*, *q*, *r*, *s* = Spitzen von innen, *o* = von der Seite, *t*, *u* = Querschnitte in der Mitte, *v*, *w*, *x* = Südseebogen, Spitze von innen, von der Seite und Querschnitt in der Mitte.

Mitte genommen. Der abgebildete Bogen *m* zeigt die Eigenschaft, die bei fast allen Fidschi-Bogen nachzuweisen ist (z. B. auch bei dem in Leiden befindlichen Stück), es ist „ver"bogen. Im Uebrigen stellen normale Bogen einen geraden, gestreckten runden, den Enden zu zugespitzten Stab dar, der auf der Innenseite mit einer tiefen Rinne versehen ist (vgl. *t* und *u*). Weshalb das die Innenseite sein muss, werde ich gleich zeigen. Von den Spitzen ca. 8—13 cm entfernt finden sich 6—7 cm lange Verdickungen am Bogenstabe, die meistens ausserordentlich

zierlich geschnitzt sind. Die Rinne — und die Verdickungen liegen stets auf der Seite der Rinne — erreicht diese Knoten zuweilen gerade (*p*), zuweilen nicht (*n* und *r*), zuweilen aber schneidet sie dieselbe auch (*q*). Diese Verdickungen sind so übereinstimmend im Prinzip, dass sie ganz genau den Lauf der Sehne anzeigen, ganz genau so wie der Mentawej-Bogen (Fig. 3*A*), mit dem sie die Eigenart der eingeschnittenen Rillen als Laufgang für die Sehne theilen. Und danach liegt eben die Rinne stets innen. Der Fidschi-Bogen ist nun genau wie der Palau- und Tonga-Bogen aus dem Material der Mangrove und verhältnissmässig schmal und zierlich bei seiner Länge (135, 163, 170, 174, 175 cm lang) hergestellt. In Folge dessen verzieht er sich ebenso leicht wie die Mentawej-Bogen, von denen unter ca. 20 gemessenen Exemplaren ca. 12 verbogen sind. Daher wohl nicht nur beim Fidschi-Bogen die Verbiegung, sondern daher wohl auch der Bericht Forsters. Ich kenne nämlich Tonga-Bogen, die ganz richtig mit dem Knoten nach innen besehnt sind. Immerhin will ich die Möglichkeit, dass der Tongabogen reflex behandelt wurde, nicht bestreiten. Eine Schnur der Verstärkung lief aber nie im Fidschi- und Tonga-Bogen, sondern die Rinne ist nichts anderes, als ein Merkmal des vormalajischen Bogens, das wir sonst in einer allerdings kleinen Rinne oder in einer Abflachung kennen gelernt haben und noch kennen lernen werden. Und wir werden dieses Merkmal umsomehr derart auffassen müssen, als es stets mit dem zierlichen Knotenwerk, dessen verwandtschaftliche Beziehungen ganz klar sind, zusammen auftritt. — Als Tonga-Bogen möchte ich den Bogen Coll. God. No. 1699 bestimmen. Die Enden *v* (von innen) und *w* (von der Seite) zeigen nämlich die für Tonga typische, nach innen liegende dreieckige Verdickung. Der Bogenstab ist in der Spannung etwas über 170 cm lang, rundlich, im Querschnitt elliptisch, mit den flachen Seiten nach aussen und innen, Breite 22 mm, Dicke 17 mm.

Zusammenfassung. — Dazu noch einige wichtige Thatsachen. Von Hawai sind uns mannshohe gerade, im Durchschnitt runde Bogenhölzer mit einer leichten Verdickung, hinter dieser aber einer den Bogen umlaufenden Rinne oder Kerbe als Sehnenlager überkommen, die einen Mischtypus offenbar darstellten, der aber keine genaue Bestimmung zunächst zulässt. Der Bogen Coll. God. 1579 aus feinem Palmholz ca. 190 cm lang, innen

stark convex (über 2 cm dick) und aussen ganz flach (nicht ganz 2 cm breit in der Mitte), am Ende mit äusseren Kerben für die Sehne aus Sinnet, genau der am Paumotu-Bogen entsprechend, mit Angabe Südsee ist auf jeden Fall ein polynesischer Bogen und zwar asiatischer Verwandtschaft. Er war auch einmal umwickelt, was die regelmässig gestreiften Seiten beweisen. Die flache Aussenseite dürfte seiner Zeit eine Verstärkungsschnur getragen haben. Im Britischen Museum befinden sich mehrere Bogen: Angabe, Savage Insel. Die Sehne besteht aus Sinnt. Die Bogenhölzer sind im Scheitel eingebogen, und die so gebildeten Schenkel herabgebogen. Die Sehne lagert in schräg von aussen angebrachten Kerben. Die ganze Arbeit ist roher als bei den eleganten anderen polynesischen Bogen. — Demnach also wiegen die asiatischen Eigenarten bedeutend über und vormalajische lassen sich nur an der Grenze Melanesiens nachweisen. Jedenfalls mögen die polynesischen Bogen zu den grossen Seltenheiten gehören, aber wir müssen zugeben, dass Polynesien mehrere Bogenformen hat. Ich glaube und weiss sogar, dass sich noch eine ganze Reihe polynesischer Bogen auch aus alten Zeiten noch in Europa befinden. Ich hoffe, dass es mir gelingen wird, diese einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen und damit ein weiteres werthvolles Material für das Bogenstudium zu erlangen. Solange das ausbleibt, müssen wir uns mit dem Gebotenen begnügen und dies lehrt uns, dass die asiatischen Bogen der mikro- und polynesichen Inselwelt noch mehr wie die Indonesier selten sind und dass der Bogen erst häufiger und überhaupt Kriegswaffe wird an der melanesischen Grenze, auf Tonga und Fidschi.

III. Die Bogen Melanesiens.

Der Bogen ist eine typische, melanesische Waffe. Im weitaus grössten Theile Melanesiens werden die Kriege mit dem Bogen geführt. Aber wie überall auf der Erde giebt es auch in Melanesien Gebiete, auf denen der Bogen fehlt. Eine grosse Lücke in der Verbreitung stellt besonders das vollkommene Fehlen des Bogens auf der Ostspitze Neuguineas auf Neupommern und Neumecklenburg und den Luisiaden dar. Wie es sich mit dem Bogen von Neukaledonien verhält, werden wir sehen und auf den Salomonen sind nur bestimmte Stämme

Bogenschnitzer. Die Bogenformen Melanesiens sind in 4 Gruppen zu besprechen: Neuhebriden, Santacruz, Salomonen, Neuguinea.

11. Neuhebriden-Bogen. Es sind zwei verschiedene Bogen zu unterscheiden als Extreme einer Entwickelungsreihe, zu der sich wohl sämmtliche Glieder



Fig. 7.

A und *B* = Neuhebriden-Bogen. *C* = Santa-Cruz. *D* = Salomonen, *E* bis *H* = Neuguinea. *C*, *D*, *G*, *H* = von der Seite (| = Innen), *E* = von aussen, *F* = von innen.

noch werden auffinden lassen. Die erste Form (Fig. 7*A*) ist im Leipziger Museum durch zwei Exemplare vertreten. Das eine, 175 cm in gespanntem Zustande lang, ziemlich glattes braunes Bogenholz, mit innerer Abflachung und äusserer convexer Rundung, im Querschnitt in der Mitte über 3 cm breit und $1^1/_2$ cm tief. Die Schnursehne ist unten in eine äussere Kerbe, die den Bogen halb umzieht, gehängt. An diesem Ende schliesst die Sehne mit einer geflochtenen Sehne ab. Das andere, anscheinend

obere Ende des Bogens ist löffelartig verbreitert. Vor dieser Verbreiterung, mit der der Bogen endet, ist die Sehne kunstvoll nach der Befestigungsweise des Salomonen-Bogens vielfach um den Stab geschlungen. Coll. God. I771. Nähere Angabe fehlt. Das zweite Stück ist ohne Sehne, hat elliptischen Querschnitt bei 3³/₄ cm Breite und 2¹/₄ cm Dicke. Oben vor dem löffelförmigen Ende seitlich eingeschnitten, unten seitlich, 2 cm vor dem Ende scharf abgesetzt. Ohne alle Angabe. Die in meinem Besitz befindlichen Bogen von den Neuhebriden zeigen eine klare Abwandlung. O. B. 21 ist 141 cm lang, gestreckt, die Sehne liegt an der abgeflachten Innenseite in der Mitte an und ist auf ¹/₄ von oben und unten ca. 1¹/₂ cm vom Holze entfernt. Querschnitt in der Mitte ca. 3 cm breit, 1³/₄ cm dick, innen flach, aussen stark convex. Schönes glattes Holz. Gegen die Mitte zu zweimal mit Bast umwunden. Enden laufen in straffen Spitzen aus. Die Sehne wird festgehalten durch unterwickelte Fäden; unten Schlinge, oben Umwickelung. Aehnlich Erromango, prächtig polirtes, schwarzbraunes Holz, 128 cm lang. Dieser und die nächsten Bogen sind nur einfach gekrümmt. Aoba = 123 cm Länge. Holz fast rund, (ausnahmsweise). Befestigung der Sehne und Wölbung fast gleich dem vorigen. Pentekost = 140 cm Länge. Glatter Bogenstab mit innerer Abflachung und äusserer Wölbung. Sehne zerrissen. Unten und oben nahe dem Ende eine feine Bastumwickelung zum Festhalten der Sehne. Endlich ein Bogen von Santa Maria = 143 cm Länge, 5¹/₂ cm Spanntiefe. Unten und oben stark herabgebogen. Das Bogenholz ist 4 cm breit und auf den Schenkeln ca. 2 cm stark; in der Mitte aber — also wie bei den Andamanen = Nikobarenbogen —, etwas dicker. Nahe den Enden seitliche Einkerbung zur Aufnahme der Sehne, die unten eine geflochtene Schlinge besitzt und oben umwickelt wird. Die zweite Bogenform (Fig. 7*B*) wird vertreten durch einen Bogen von Malikollo. 151 cm lang, stark gekrümmt, braunes, knotiges Holz, im Querschnitt einen Halbkreis darstellend, da innen stark abgeflacht und aussen convex gewölbt ca. 3 cm breit und ca. 1¹/₂ cm dick. Den Enden zu in langen Spitzen auslaufend, die keinerlei Vorrichtung für Sehnenbefestigung bieten. Die Sehne ist unten mit Knoten einfach, oben vielfach umwickelt oder umschlungen. Andere Bogen dieser Art messen Coll. God. 2294 = 150¹/₂ cm Länge, in der Mitte 2³/₄ cm breit, ³/₄ cm dick; bei diesem wie dem folgenden ist auch das untere

Ende abgebogen. Leipzig, Coll. Weber ist 140 cm lang, in der Mitte $2^1/_2$ cm breit und $^3/_4$ cm dick. Bei diesem ist die Sehne oben 17, unten 14 cm vom Ende entfernt befestigt. Coll. Weber, ein weiterer Bogen von 123 cm Länge etc. — Diese letzte Art von Bogen ist es anscheinend, die Ratzel zu der Angabe veranlasst hat, die Neuhebriden-Bogen besässen eine innere Rinne. In der That läuft bei vielen Bogen (so auch bei Leiden S. 265 No. 110) auf der Innenseite eine Markrinne, da die Bogen durch Halbirung eines Stockes gewonnen werden. Auch die nachher zu besprechenden Santa-Cruz-Bogen haben eine derartige, ca. 1—2 mm breite, aber nur an einzelnen Stellen und nur zufällig auftretende Markrinne, die zuweilen gefüllt, zuweilen leer ist.

Anhang: Bogen von Neukaledonien. Auf Neukaledonien sind einige Male in der Litteratur die Bogen als Fischereigeräth erwähnt. Das Berliner Museum besitzt in einer guten Sammlung zwei derartige Exemplare, die sogleich ihre Verwandtschaft und Uebereinstimmung mit dem Neuhebriden-Bogen erkennen lassen. Und doch sind kleine Unterschiede bemerkbar. Beide bestehen aus grauem, hellem Holze, sind mit einer Abflachung im Innern und ebenda den Spuren einer Markrinne versehen. No. 1802 hat zierlich gekerbte und abgesteifte Enden bei einfach gestreckter Form, No. 1801 hat einfache Enden bei Annäherung an Form 2 (Fig. 7 *B*) des Neuhebriden-Bogens. Was bei dem letzteren auffällt, sind zwei schmückende, zopfartig herabhängende Flechtwerke nahe dem Ende.

Zusammenfassung. Alle diese Bogen zeigen unverkennbar Elemente der asiatischan Bogen; als solche sind die Biegung des Stabes, und die Lagerung der Sehne in Kerben zu bezeichnen. Sonst aber sind es vormalajische Bogen, denn sie sind im Innern abgeflacht, die Sehne ist einerseits fest, andererseits locker angebracht und oftmals durch untergewickelte Fadenwülste in ihrer Lage erhalten.

12. Santa-Cruz-Bogen. Ein Bogen in meinem Besitz misst 193 cm Länge, von Spitze zu Spitze bis ca. 7 cm Spanntiefe. Es ist ein gelbbrauner Holzstab, wohl von Casuarinaholz mit Resten einer Markrinne im Innern und Spuren von Rothfärbung an den Enden. In der Mitte ca. 3 cm breit und 2 cm dick, innen abgeflacht, aussen convex gewölbt. Merkwürdig sind die Enden, die etwa 8 cm vom Ende einen runden Querschnitt plötz-

lich annehmen (Fig. 7*C*). Die Breite schliesst also mit einem im Innern liegenden Querschnitt ab, der etwa 2½ mm dick und breit ist. — Aehnliche Bogen, Coll. Weber, Leipzig = 190 cm Länge bis fast 4 cm Breite, Coll. Godeffroy No. 2707 sogar über 2 m lang, aber schmäler und dicker. Die aus Pflanzenfaser gedrehte Schnur ist unten in eingeflochtener Schlinge fest umgelegt, oben umwickelt, stimmt also in diesen Punkten mit dem Neuhebriden-Bogen überein. — Diese Bogen nähern sich mit ihrem Wulstende — das uns im Prinzip an die Fidschi- und Tonga-Bogen erinnert — und der ausserordentlichen Länge nach mehr an die vormalajischen Bogenformen, denen sie wohl unbedingt zugezählt werden müssen.

13. Salomonen-Bogen. Kürzlich haben wir sehr werthvolle und beachtenswerthe Notizen von Parkinson, dem unermüdlichen Forscher der Südsee, erhalten („Zur Ethnographie der nordöstlichen Salomoinseln"), die wir nicht übergehen dürfen. Danach wird der Bogen aus dem äusseren harten Holz einer Palmenart angefertigt; er ist in der Regel etwa 2 m lang, in der Mitte gegen 4 cm breit, nach den Enden allmählich verjüngt. Die äussere Seite ist flach (— oft sogar ein wenig concav —) und fast immer dunkelbraun bis concav gefärbt. Die der Sehne zugekehrte Seite ist convex und vielfach glänzend polirt; in der Mitte entlang läuft ein einfacher oder doppelter schwarzer Strich, der beim Gebrauche des Bogens dem Schützen als Visir dient, da Sehne und Strich beim Abschiessen des Pfeiles immer in einer bestimmten Stellung zu einander sein müssen. Die Bogensehne ist aus starken Pflanzenfasern gedreht und öfters mit gelbem Faserstoff umwickelt, theils um die Sehne gegen Ausfasern zu schützen, theils auch als Zierde. Die Sehne wird an einem Ende des Bogens permanent befestigt, am anderen Ende dagegen leicht lösbar, sodass man nach Belieben den Bogen bald stärker, bald schwächer anspannen kann. Soll die Sehne justirt werden, so hält der Bogenschütze den Bogen aufrecht vor sich, das untere Ende mit dem grossen Zeh des linken Fusses festhaltend: er fasst dann das andere Ende mit der linken Hand, biegt den Bogen sanft und löst mit der rechten Hand die Sehne, die nach Belieben verlängert und verkürzt wird, je nachdem eine schwächere oder stärkere Spannung gewünscht wird. Die beiden Bogenenden haben auf Buka verschiedene Namen. Merkwürdiger Weise werden die Bogen von den Inlandstämmen

verfertigt und von den Strandsassen, welche Stämme anscheinend schlechte Bogenmacher sind, angekauft. — Dazu noch einige Bemerkungen über formale Eigenthümlichkeiten. Einige Bogen zeigen an den Enden (z. B. Fig. 7 *D*) die merkwürdige Erscheinung einer Verdickung an den Enden, die durch einen übergeschobenen Rotangring noch auffälliger wird. Während der Bogen in der Breite gleichmässig abnimmt und auch die Contur der Innenseite ungehindert abfällt, ist auf der Aussenseite der Bogen verdickt. Wenn auch diese Verdickung einem Theile der Bogen fehlt, so ist doch die weitaus grösste Anzahl mit Rotangringen und Pflanzenfaserumwickelungen als Sehnenlager versehen. Die Verschiedenartigkeit der unten permanent und der oben nur zeitweilig befestigten Sehne tritt nicht nur in verschiedener Form der Umwickelung zu Tage, sondern auch darin, dass das untere Ende mit Sehne von einer festen Pechmasse zugegypst wird (so bei einem Leipziger Bogen von 213 cm Länge und einem Bogen i. m. B. von Buka), während dieser unlösbare Verband dem oberen Ende fehlt. Allerdings kommen Bogen mit derartiger Pechverkleidung an beiden Enden, auch auf Buka, vor, wie dies der prächtige, an den Enden wundervoll geschnitzte und ornamentirte Bogen (— der einzige dieser Art, den ich kenne —) der Coll. God. No. 2894 von 208 cm Länge lehrt. — Daneben kommen noch breite (in der Mitte 4 cm), dem Ende zu spitz und zusammengedrückt (1 cm dick und 3 mm breit) auslaufende Bogen aus Bambus vor, z. B. Leipzig, Coll. Weber No. 306 von Bougainville ca. 122 cm lang. Die Innenseite des Bambus liegt hier nach aussen. — Eine weitere Ausnahme stellt der Bogen Malayta (speziell Sua) dar. Ein Exemplar in meinem Besitze misst 180 cm Länge, i. d. M. 3½ cm breit und ca. 2 cm dick, innen convex, aussen concav gewölbt. Das Holz ist schwarz und vorzüglich polirt. An den Enden kurz zugespitzt, Sehne unten einfach umgeknotet, oben aber über 30 cm weit zurückgewickelt. Oben ein zierlicher Schmuck bündelförmig abstehender Cocosfasern (?), aus denen auch die Sehne hergestellt scheint. — Surville hat s. Zt. einen kleinen asiatisch gebogenen Bogen von Isabel abgebildet. — Nehmen wir alles zusammen, so haben wir einen vormalajischen Bogen vor uns, nach der Stärke und der Sehnenlagerung zu schliessen. Ich glaube für die merkwürdige Erscheinung eines aussen concaven, innen convexen, dabei auf dieser Seite abgeflachten Bogens können

wir eine einfache Erklärung bieten, zu der nur das Vorkommen von Bambusbogen neben den Holzbogen Veranlassung bietet, dass nämlich diese Bogen erst aus Bambus bestanden und aus Holz nachgebildet wurden. Der Bambusbogen, bei dem die Innenseite des Rohres stets nach aussen liegt, hat nämlich genau denselben Querschnitt.

14. Neuguinea-Bogen. Den Salomonen folgt nach Westen ein Gebiet, dem der Bogen fehlt. Erst in Neuguinea und zwar im Norden auf deutschem Boden und im Süden von Porte Moresby an treffen wir die Waffe als wichtiges Geräth wieder an*). Es ist aber zu beachten, dass im Norden die Formen klarer, die Waffe häufiger, im Süden aber kümmerlicher ist. Die Einwirkung der kleinen Aru-Bogen aus Bambus reicht von Westen her fast bis zum Fly-River, wo die letzten Bambusbogen vorkommen, im Norden dagegen kaum über die Geelvink-Bai hinaus. Der eigentliche Neuguinea-Bogen besteht aus Holz, und die kleineren Bambusbogen sind jüngere Eindringlinge, die auch schwächlicher sind als die alteingebürgerten, denen ich mich hier zu widmen habe. Ich unterscheide drei Formen oder Typen.

1. Typus mit einem Rotangwulst als Sehnenlager, kommt auf Neu-Guinea wohl überall vor, wo überhaupt der Bogen eine grössere Rolle spielt. Die östlichen Formen sind zierlicher im Schmuck, die westlichen des holländischen Neuguinea weniger reich ausgestattet. Allen Bogen aber ist die Sehne aus einem schlichten ungedrehten Rotangstreifen eigen, die oben und unten mit einer Oese (geflochten aus den getheilten Enden der Sehne) versehen ist. Im Ruhezustand ist die Sehne stets abgehängt. Als Beispiel der östlichen Formen gebe ich die Beschreibung eines Bogens aus Berlinhafen. Derselbe stellt einen Holzstab von 197 cm Länge (zwei andere 191 und 192 cm lang) dar, der von der Mitte ($4^1/_2$ cm breit, $1^1/_2$ cm dick) nach den Enden ganz spitz ausläuft. Aussen ist er convex gewölbt, innen durchaus flach. Ein dicker Rotang-

*) Anmerkung. Ich möchte mir wenigstens in Anmerkung den Hinweis auf eine Beziehung zu einer anderen Waffe, nämlich zum Schilde, erlauben. Im westlichen Bogengebiet Neu-Guineas treffen wir nur den Bogenschild, im östlichen Speergebiet, wo der Bogen fehlt, ebenso wie in gleichen Gebieten Ost-Melanesiens, dagegen die kümmerlichen Formen „asiatischer“ Schilde an, die äusserlich hübsch aussehen, aber bei mangelhaftem Griff schwach sind. Vgl. die vorhergehende Abhandlung „Die Schilde der Oceanier“.

wulst (Fig. 7 *E*) ist oben 14, unten nur 9 cm von der Spitze entfernt angebracht. Daran reiht sich in gleichem Sinne die Verschiedenartigkeit der Ausschmückung an, unten nur ein 3 cm weit reichendes Flechtwerk aus Rotang und darüber, noch 49 cm vom Ende entfernt, ein gleich breites gleiches Schmuckwerk. Dagegen oben! Hier reiht sich zunächst an den Rotangknoten ein 18 cm weit reichendes Rotangschmuckwerk an, bestehend aus hellem gelben Geflecht, unterbrochen von dunkelbraunen Ringen. Dann kommt 22 cm weit zierliche Schnitzarbeit auf der Aussenseite und endlich schliesst der ganze Schmuck mit einem 4 cm breiten Rotangringe und -Flechtwerk ab. Diese Reihenfolge ist bei allen Bogen der gleichen Herkunft die gleiche, wenn auch die Ornamente in bunter Verschiedenartigkeit prangen. Doch kommt es auch vor, dass die ganze Vorderseite mit geschnitztem Schmuck bedeckt ist, dass oben, d. h. dieses stets innen, Fäden und Schnüre angebracht sind, deren Sinn wir nachher erörtern werden. Ein anderer Bogen vom Gogolfluss, den die Sammlung der Güte des Herrn Dr. Lauterbach verdankt, ist weit kürzer (ca. 163 cm lang) und in der Ausstaffirung einfacher, wenn auch die Oberfläche des Holzes ausgezeichnet polirt, der Rotangknoten oben allerliebst geflochten, mit Fellstückchen und mit einem Kragen aus Rotang versehen, dem allerdings nur 3 cm weit Ringschmuck folgt. Ob unten der Knoten stets gefehlt hat oder ob er nur verloren ist, muss ich dahingestellt sein lassen. Flechtringe sind hier vorhanden. Ein breites, weites Flechtband dient zum Festhalten der Pfeile, vielleicht auch ähnlich als Spannring wie beim Timorbogen in Leiden. Die Sehne besteht aus Bambus. — Die Formen der Westspitze Neu-Guineas sind theilweise grösser (ich messe zwischen 205 und 160 cm Länge; in Dresden liegt ein Bogen von 222 cm Länge). Je weiter wir nach Westen kommen, desto ärmlicher der Schmuck, zuletzt folgen nur noch zwei bis drei an Dicke und Breite der Mitte zu abnehmende Rotangringe dem Wulste. Doch bleibt der Unterschied der Länge des oberen und unteren Endes bei. Hingegen ändert sich die Form des Querschnittes im Sinne einer convexen Wölbung der Innenseite, derzufolge die Ellipsenform bei einer Breite von 3 cm und einer Dicke von $1^3/_4$ cm erreicht wird. Die Sehne ist Bambus oder Rotang.

2. Typus. An Stelle des Rotangknotens tritt ein Holzknoten als Sehnenlager. Diese Formen kommen in

Neuguinea vor, soweit überhaupt Bogen gebräuchlich sind. Die Knoten aber sind sehr verschiedenartig. So ist ein Bogen aus der Nähe von Berlinhafen (?) oben mit einem dicken, langen Knoten, unten aber kurz abgesetzt gebildet. Lang 168 cm, breit in der Mitte $3^1/_2$ cm. Wenn an diesem die beiden Enden total verschieden gebildet sind, so sind solche mit riesigen Knoten an beiden Enden gleich, ebenso andere mit halbem Holzknoten, der nur auf der Aussenseite liegt. (Vgl. „Ursprung der afrikanischen Cultur" S. 74, Fig. 34.) Wichtig ist es, dass im Hüongolf Enden vorkommen, die genau denen von Indonesien entsprechen (z. B. Fig. 3 *B* Allor *D x* Tanimbar *E* Ceram, alle drei unten!). Da auch das obere Ende vom Palaubogen hierher zu rechnen ist und gleiche Enden, wenn auch umgebildet, auf Halmahera heimisch sind, so haben wir es mit einer sehr weit verbreiteten Verwandtschaftsgruppe zu thun. In Englisch-Neuguinea kommen mehr bandförmige Verdickungen vor, und im westlichen holländischen Theil längere manschettenartige Wülste oder Verdickungen. Dahin zu rechnen sind auch zwei auf den Aruinseln erworbene Stücke (— man sieht den regen Austausch; oben lernten wir Aru-Formen auf Neuguinea kennen! —) von 162 und 165 cm Länge, ca. 3 cm Breite und $1^1/_2$ cm Dicke in der Mitte. Die Enden laufen spitz und rund aus. Die Knoten beim einen fast 5, beim anderen nur $2^1/_2$ cm lang, sind bei den ersteren oben 8, unten 5, beim anderen oben fast 9, unten nur 4 cm von der Spitze entfernt. Der Mitte des Bogens zu schliessen sich feine, in Relief geschnitzte Holzringe an. Man sieht die Uebereinstimmung der Rotangknauf- und der Holzknopf-Bogen auch in dieser Hinsicht. Uebrigens ist der untere Bogen auf der ganzen Länge mit 21 Rotangflechtringen in regelmässigen Abständen verstärkt (Fig. 7 *F*). — Auch kommen, aber nur in holländisch Neuguinea, gleiche Bogen aus Bambus vor.

3. Typus. Angeblich von den Mollukken, aber aller Wahrscheinlichkeit nach vom westlichen Neuguinea, stammen zwei Bogen, die sich dem ersten Typus anschliessen, aber wegen der Eigenschaft einer constant angelegten Sehne eine Ausnahmestellung einnehmen. Der erstere (Fig. 7 *G*) ist 174 cm lang, aussen convex, innen flach. Breite in der Mitte fast 4 cm, Dicke $1^1/_2$ cm. Nach den Enden spitz zulaufend. Etwa 10 cm von oben und 12 cm von unten ist ein dicker Rotangringwulst, dem ein ca. 3 cm breites Flechtwerk nach innen folgt. Die

Sehne ist nun unten und oben gleich angelegt derart, dass sie direkt auf dem ganz geraden Bogenstabe lagert (also Spanntiefe = 0) und oben und unten von der Mitte aus zwischen Holz und Rotangwulst durchgezogen und dann über letzteren zurückgeschlagen ist. Feine Rotangstreifen sind nicht nur so um die hin- und zurücklaufende Sehne geschlungen, dass sie fest aneinander gepresst ist, sondern die Sehne ist auch noch unterhalb des geflochtenen Streifens an den Bogen angebunden. Der andere (Fig. 7 *H*) Bogen ist 182 cm lang, in der Mitte $4\frac{1}{2}$ cm breit und $1\frac{1}{2}$ cm dick, aussen convex, innen flach; $12\frac{1}{2}$ cm von oben und 13 cm von unten wird der vorher schon den Enden zu an Breite abnehmende Stab sehr schnell spitz, ohne direkt abzusetzen. Von da nach der Mitte läuft oben und unten ein ca. 8 cm breites Flechtwerk. Die Sehne, die sich auch bei diesem absolut geraden Bogen an die Innenseite direkt anschmiegt, ist oben und unten gleich, ausserhalb des Flechtwerkes, (also der Spitze zu, da wo der Bogen plötzlich an Breite abnimmt) wulstartig und fest um den Bogen gelegt und in sich selbst verschlungen, unter dem Flechtwerk (also der Mitte zu), aber fest mit dem Bogen durch ein gedrehtes Bastband in zierlicher Knüpfung verbunden. — Es sind dies die einzigen mir bekannten Bogen dieser Art. Der Construction nach schliessen sie sich direkt an die anderen Bogen Neuguineas, soweit es vormalajische Formen mit Rotangsehnen sind, an; aber es sind mir überhaupt keine Bogen sonst bekannt, bei denen die Sehne fest mit dem Holze, so innig an dasselbe angeschmiegt ist. Ich wüsste nur eine Analogie zu der zweiten Befestigung unter dem Flechtwerk, nämlich den Spannring des Leidener Timor-Bogens. Dieser stellt allerdings das gleiche Prinzip dar und das erinnerte uns lebhaft an die Spannringe der indonesischen Bambus-Saiten-Instrumente.*)

Zusammenfassung. — Der Bogen Neuguineas, als breiter, innen abgeflachter, aussen convexer (— dass

*) Anmerkung. Sicherlich hängt diese Erscheinung der am Bogen festgelegten Sehne mit der „Pseudosehne" zusammen. Vgl. „U. d. afrikanischen Kultur" S. 76 und 282 und Fig. 36. Solche als Schmuck (aber ca. $\frac{1}{2}$ m langen) angebrachten Stränge sind an Bogen von Deutsch- und Holländisch Neuguinea auf der inneren oberen, auch sonst reich ausgestatteten Seite nachweisbar. Sie sind in gleicher Weise befestigt wie die Sehne auf Fig. 7 *G*.

diese Form die herrschende ist, geht aus den sicheren Angaben Schmeltz' und de Clerq's für holländisch Neuguinea und den eingehenden Notizen Biros für deutsch Neuguinea hervor. —), an den zugespitzen Enden mit ring-, knopf- oder manschettenartigen Verdickungen versehenen Holzstab mit ungeflochtener Rotang- oder Bambussehne, die meist im Zustand der Ruhe einerseits abgehängt wird und daher verschieden ausgebildete Enden am Bogen zur Folge hat, — ist eine klare, vormalajische Form. Verwandtschaftliche Züge treffen wir im östlichen Melanesien ebenfalls. Aber die Einmischung anderer Elemente giebt sich schon in der gedrehten, überall daselbst allein vorkommenden Sehne kund und wird noch deutlicher auf den Neuhebriden, wo die Gestalt des Bogens auf asiatische Beziehung hinweist und dazu noch seitliche Einkerbung als Sehnenlager eine häufige Erscheinung ist.

Schluss. Gehen wir vom asiatischen Bogen aus, so sehen wir denselben der Form nach im westlichen Indonesien eintreten, im östlichen jedoch langsam in einem Gemisch fremdartiger Typen, in dem die asiatischen Elemente nur hie und da bemerkenswerth sind, ausklingen. Im grossen Bogen ziehen die asiatischen Formen nach Polynesien, das östliche Melanesien schneidend. Es ist mir wichtig, festzustellen, dass die Verbreitung des malajischen, aus Indien stammenden Wortes für Bogen, nämlich „pana" genau der Verbreitung der asiatischen Bogenelemente, der malajoasiatischen Bogen, wie ich sie nennen möchte, entspricht, wie der Wanderung und Verbreitung der malajisch polynesischen Sprache, gewisser Hausformen, der Steinbaukunst, der entsprechenden Elemente im Schiffbau etc. überhaupt (vergl. die gleichzeitig bei Petermann erschienene Abhandlung).

Die vormalajischen Bogenformen sind dagegen auf einem Streifen verbreitet, der Indonesien mit dem östlichen Melanesien verbindet und dessen Enden mit den Enden des nach Süden offenen Bogens der Verbreitung der asiatischen Formen zusammenfallen. Die Schnittflächen in Indonesien und Melanesien bergen die Mischformen, die wir als Banda-Bogen etc. und Neuhebriden-Bogen kennen gelernt haben.

Während die Frage nach den auswärtigen Beziehungen des asiatischen Bogens weiter keiner Erörterung bedarf, möchte ich doch darauf hinweisen, dass Indien verschiedene Verwandte des vormalajischen Bogens Oceaniens birgt,

eine Sache, auf die ich hier jedoch nicht weiter eingehen kann. —

Indem ich diese kleine Skizze dem Wohlwollen der Herren Collegen anempfehle, spreche ich die Hoffnung aus, dass ich bald in den Besitz noch umfangreicheren Materiales gelange, — wie dies in Folge ausserordentlich hohen Wohlwollens gesichert scheint, um die vorliegenden Probleme der Bogenforschung auch in anderen Gebieten der Erde ihrer Lösung näher bringen zu können.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Naturwissenschaftliche Abhandlungen.
Heft 29.

Zur

Vorgeschichte der Entdeckung von Grypotherium bei Ultima Esperanza.

Von

Robert Lehmann-Nitsche,
Dr. phil. et med.
Sectionschef für Anthropologie am Museum zu La Plata.



BERLIN 1901.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Sonder-Abdruck aus der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift",
XV. Bd, 1900, Nr. 33, 35, 36. — Redaktion: Dr. H. Potonié.

Auch in Deutschland werden nun inzwischen die Funde bekannt geworden sein, welche aus der Höhle Eberhardt am Canal Ultima Esperanza im südlichsten Patagonien stammen und Kunde gegeben haben von einem ausgestorbenen grossen Edentaten, dessen Reste so gut erhalten sind und dessen Haut eine so merkwürdige Beschaffenheit zeigt, dass sie mit Recht die Aufmerksamkeit sämmtlicher naturwissenschaftlicher Kreise auf sich gezogen haben. Meinen weiteren Mittheilungen über die einschlägigen Publicationen vorausgreifend verweise ich deutsche Leser auf die von Herrn Hauthal im „Globus“ [12*]) gegebene Darstellung, welche eine erweiterte Wiedergabe des in der Revista unseres Museums erschienenen spanischen Originals [11 14 24] darbietet. Letzteres dürfte nun auch überall verbreitet worden sein; einige der mir darüber bekannt gewordenen Kritiken und Auslassungen veranlassen folgende Zeilen, die gleichzeitig neues litterarisches Material zur Beurtheilung der Frage bringen sollen und denjenigen, die sich jetzt drüben in Europa damit beschäftigen, nicht unwillkommen sein dürften. Im ersten Kapitel werde ich mich also mit der eigentlichen Vorgeschichte der Entdeckung von *Grypotherium Darwinii* [var. *domesticum*] beschäftigen.

I.

Herrn Ameghino's Neomylodon Listai und sein Verhältniss zu Grypotherium.

Die Lage der Sache, um dieses Verhältniss objectiv beurtheilen zu können, heischt eine streng chronologische Schilderung der gesammten vor und nach unserer hiesigen Originalpublication [11 14 24] erschienenen Litteratur. Diese

---

*) Die im Text hochgerückten Zahlen beziehen sich auf das am Schlusse der Arbeit mitgetheilte Verzeichniss, wo die mit dem *Grypotherium* direct in Zusammenhang stehende Litteratur aufgeführt ist, während sonstige angezogene litterarische Quellen besonders in Fussnoten citirt werden.

zerfällt in zwei Gruppen: die Schriften des Herrn Florentino Ameghino, welche die angebliche Entdeckung eines lebenden Repräsentanten der für ausgestorben gegoltenen Klasse der Mylodonten (Edentaten) und die Beschreibung dieses Thieres zum Thema haben, und diejenigen Veröffentlichungen, welche über die in der Höhle Eberhardt am Canal Ultima Esperanza im südlichsten Chile gemachten Funde berichten und deren vorletzte unsere in spanischer Sprache hier veröffentlichte Arbeit [11 14 24] bildet. Wir geben also zunächst eine Uebersicht über diese Litteratur, mehr oder weniger ausführlich, wie es zur besseren Beurtheilung derselben nöthig erscheint.

Im August 1898 versandte Herr Florentino Ameghino (La Plata) an die wissenschaftlichen Kreise der Welt mit Ausnahme derjenigen Argentiniens eine Flugschrift [1], in welcher die (angebliche) Entdeckung eines lebenden Vertreters der für ausgestorben gehaltenen Mylodonten angezeigt wurde und die demgemäss ein berechtigtes Aufsehen erregte. Die wissenschaftliche, ja sogar die Tagespresse nahm Notiz davon und die Natural Science brachte eine englische Uebersetzung [1a] des schwer zugänglichen Originals [1], doch können wir uns im Folgenden auf dieses letztere beziehen.

„Mehrere Male habe ich," so beginnt Ameghino*) [1], „von einem mysteriösen Vierfüssler sprechen gehört, welcher im Innern des Territoriums Santa Cruz in Erdbauen leben und gewöhnlich nur zur Nacht herauskommen soll. Nach den Berichten der Indianer ist es ein wildes Thier, mit langen Krallen, von erschrecklicher Erscheinung, unmöglich zu tödten, denn sein Körper sei sogar für die Geschosse der Feuerwaffen undurchdringlich.

Es ist schon mehrere Jahre her, dass der verstorbene Ramon Lista, der in der wissenschaftlichen Welt wohl bekannte Reisende und Geograph, mir wie meinem Bruder Carl und mehreren Personen erzählte, und ich glaube, er hat es in einer seiner Arbeiten sogar publicirt **), dass er den betr. geheimnissvollen Vierfüssler gesehen hatte. Er war ihm eines Tages während einer seiner Reisen im Innern des Territoriums Santa Cruz begegnet, aber trotz aller seiner Bemühungen konnte er ihn nicht fangen. Mehrere Schüsse hielten das Thier nicht in seinem Laufe auf, welches bald in dem Buschholz verschwand; alles Suchen, es wieder anzutreffen, blieb nutzlos.

Lista erinnerte sich vollkommen an den Eindruck, den diese Begegnung auf ihn gemacht hatte. Nach ihm war das Thier ein Pangolin (*Manis*), fast gleich dem indischen, sowohl der Grösse

---

*) Uebersetzungen ins Deutsche werden absichtlich möglichst wörtlich gegeben.

**) Smith Woodward [29] p. 155 hat sich vergeblich bemüht, eine diesbezügliche Stelle in den Publicationen Lista's aufzufinden. Schreiber dieses ist auch nicht glücklicher gewesen. Eine derartige Andeutung in Lista's Schriften giebt es sicher nicht.

als seiner allgemeinen Erscheinung nach, nur dass an Stelle von Schuppen der Kòrper mit grauem, röthlichem Haar bedeckt war. Er versicherte, dass, wenn es kein Pangolin war, es sicherlich ein Edentat gewesen, der ihm sehr nahe kam. [! L.-N.]

Trotz der Autorität von Lista, der ebenso ein gelehrter Reisender wie geschickter Beobachter war, habe ich immer geglaubt, dass er sich, das Opfer einer Einbildung, geirrt hätte. Dennoch habe ich, obwohl ich mehrere Male gesucht habe, mir davon Rechenschaft zu geben, welches Thier das gewesen sein konnte, das ihm die Idee von einem Pangolin gegeben hatte, es niemals vermuthen können.

Es war eben keine Einbildung. Obwohl ausserordentlich selten und auf dem Punkte auszusterben, existirt das geheimnissvolle Thier, mit dem einzigen Unterschiede, dass es statt eines Pangolin der letzte Repräsentant einer Gruppe ist, die man für absolut ausgestorben hielt, ein gravigrader Edentat, verwandt mit *Mylodon* und *Pseudolestodon*."

Nach einem kurzen Excurs über die Phylogenie der gravigraden Edentaten macht dann Ameghino auf eine Eigenthümlichkeit einiger pampeanischen Genera aufmerksam, deren Körper auf allen Seiten durch eine zahllose Menge kleiner, unregelmässiger Knöchelchen geschützt war, die, wie man vermuthet, in der Dicke des Felles ausgebildet und mit einer hornigen oder schuppigen Epidermis bedeckt waren. Die Gattungen, welche diese Besonderheit aufweisen, seien *Mylodon*, *Pseudolestodon* und *Glossotherium*. Andere wie *Megatherium*, *Lestodon* und *Scelidotherium* zeigen keine Spur davon. Nach dem Vorkommen dieser Knöchelchen in den verschiedenen geologischen Schichten schliesst Ameghino, dass sie keinen ursprünglichen, sondern einen secundär in einer relativ modernen Periode erworbenen Charakter darstellen.

„Diese Knöchelchen, vergleichbar mit grossen Kaffeebohnen, differiren ein wenig in Gestalt und Dicke je nach den Genera. Bei *Glossotherium* sind sie dick und abgeflacht; bei *Mylodon* sind sie kleiner, unregelmässig, elliptisch, trapezoid oder rhomboid, die eine Seite gewölbter oder gekielt, und der Durchmesser variirt von 1 zu 2 cm, aber es giebt auch viel kleinere. Ihre Oberfläche, besonders auf der flachsten Seite, zeigt einige sehr kleine Grübchen und Perforationen und ein unter der Lupe gut wahrnehmbares Netzwerk. Ihr Anblick ist so charakteristisch, dass wenn man sie einmal gesehen hat, man sie sofort ohne eine Gefahr sich zu täuschen, wieder erkennt.

Letzthin brachte man mir, aus Süd-Patagonien herstammend, mehrere kleine Knöchelchen und fragte mich, zu was für einem Thier sie gehören könnten. Wie war meine Ueberraschung, als ich in meinen Händen Knöchelchen erblickte, in frischem Zustande und trotzdem absolut ähnlich den fossilen dermalen Knöchelchen des Genus *Mylodon*, mit dem einzigen Unterschiede, dass sie ein wenig weniger dick waren, indem ihr Durchmesser von 9 zu 13 oder 14 mm variirte. Ich habe diese kleinen Knochen sorgfältig nach allen Gesichtspunkten hin studirt, ohne einen wesentlichen Unterschied von denen, welche man in fossilem Zustande findet, entdecken zu können.

Diese Knöchelchen hatte man aus einem Fell herausgelöst, das leider unvollständig war und von den Extremitäten keine Spur mehr aufwies. Dieses Fell wurde an der Bodenoberfläche gefunden und ist nach seinem Aussehen mehrere Monate den Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt gewesen, die es zum Theil ent-

färbt haben. Es hat eine Dicke von ungefähr 2 cm und ist so resistent, dass, um es zu zerschneiden, man die Axt oder Säge anwenden müsste. Die tiefste Partie der Dermis ist von diesen kleinen Knöchelchen ausgefüllt, die aneinander gedrängt sind und auf der Innenfläche des Felles ein Arrangement ähnlich dem Pflaster einer Strasse darbieten. Die äussere Fläche zeigt eine nicht unterbrochene, nicht schuppige Epidermis, bedeckt mit grobem, hartem und steifem Haar, das 4—5 cm lang ist und einen röthlichen, ins Graue gehenden Farbenton hat.

Jawohl [! L.-N.], das ist der Pangolin, welchen Lista lebend gesehen hatte. Dieser unglückliche Reisende, der wie Crévaux bei seinem Versuche, den Pilcomayo zu erforschen, den Tod gefunden, ist bis jetzt der einzige Civilisirte, der den mysteriösen Edentaten aus Süd-Patagonien lebend gesehen hat, und um seinen Namen noch mehr mit dieser Entdeckung zu verknüpfen, nenne ich diesen modernen Repräsentanten der Familie der Mylodontiden *Neomylodon Listai*.

Jetzt, da man die sicheren Beweise von seiner Existenz besitzt, hoffen wir, dass man nicht säumen wird, ihn zu jagen, und wir bald der wissenschaftlichen Welt die detaillirte Beschreibung von diesem letzten Vertreter einer Gruppe geben können, welche ehemals eine hervorragende Rolle in den Land-Faunen gespielt hat, die auf dem Boden Südamerikas einander folgten."

Fassen wir diesen Artikel nun kurz zusammen. Herr Ameghino schafft ein neues Genus auf das frische Aussehen einiger Knöchelchen hin, die zu derselben Klasse gehören wie die, welche in fossilem Zustande mit den Resten der ausgestorbenen Gattungen *Mylodon*, [*Pseudolestodon*] und *Glossotherium* gefunden werden und nach seinen eigenen Worten wenig in Gestalt und Grösse je nach der betreffenden Gattung abweichen, also für die einzelne wenig charakteristisch sind. Dies ist das einzige Material, welches er, wie er es ja in seiner Flugschrift selber sagt, wirklich gesehen hat, während die Beschreibung des Felles, aus dem die Knöchelchen stammen, nur auf Hörensagen basirt. Weiter nichts als eine Combination aber ist es, wenn er sein *Neomylodon Listai* mit vollem Ernste auf ein geheimnissvolles Thier bezieht, das der verstorbene Ramon Lista im Innern von Santa Cruz getroffen haben will, das diesem wie ein Schuppenthier nach Grösse und allgemeinem Eindruck erschien und das der Reisende trotz der Schnelligkeit, mit der es im Gestrüpp verschwand, mit Sicherheit zwar nicht als Pangolin, aber doch als einen nahe verwandten Edentaten erkannte! Ameghino bildet weder die betreffenden Knöchelchen ab, noch giebt er die Herkunft derselben an, noch nennt er die Person, die sie ihm gebracht hatte. Er begnügt sich einfach damit, zu sagen, dass sie aus „Süd-Patagonien" stammen.

Während die Flugschrift des Herrn Ameghino [1] in

den wissenschaftlichen Kreisen höchste Beachtung fand, ja besondere Expeditionen vergeblich Patagonien durchquerten und auf den räthselhaften Säuger Jagd machten, gaben die Funde, welche in der Höhle Eberhardt bei Ultima Esperanza gemacht worden waren, Veranlassung zu einer Reihe von Publicationen, deren vorletzte die unsrige hier veröffentlichte [11 14 24] ist. Wir wollen sie ganz kurz durchgehen.

Als erster beschrieb Lönnberg [15] äusserst sorgfältig Reste eines ganz merkwürdigen Felles, das noch mit den Haaren bekleidet war und sonderbare knöcherne Einlagerungen auf der Innenseite zeigte. Dieses sowie eine Kralle und kleinere, wenig bedeutende Reste waren von Otto Nordenskiöld aus der Höhle nach Upsala mitgebracht worden. Offenbar veranlasste die Schilderung, welche Ameghino von seinem *Neomylodon* gegeben hatte, Lönnberg, sein Material diesem Thiere zuzuschreiben. Allerdings wundert er sich, dass Ameghino nicht den Fundort für die die Grundlage seiner Publication bildenden Knöchelchen angegeben hat und dass ein so kleines Thier, wie das von Lista gesehene, eine 2 cm starke Haut besessen habe, aber vielleicht, so fügt er hinzu, war dieses „Pangolin“ ein anderes Thier, als das eigentliche *Neomylodon*.

Ein weiteres Stück eines ebensolchen merkwürdigen Felles gelangte in das Museum von La Plata; von hier nahm es der Director dieses, Dr. Francisco P. Moreno, nach London mit und zeigte es am 17. Januar 1899 der Zoologischen Gesellschaft [17]; später [18] gab er eine Beschreibung der Fundumstände und Smith Woodward [25] eine Beschreibung und Vergleichung des Stückes. Moreno [18] glaubt, dass es „einem wirklichea Pampa-*Mylodon* angehöre, unter ähnlichen Umständen conservirt, denen man die Haut und Federn der Moa verdanke.“ Auf derselben Seite seiner Abhandlung, ohne weitere Erklärungen abzugeben, sagt er, dass dieses Stück „für die Publication des Herrn Ameghino Veranlassung gegeben hat“ und dass er „vermuthe, dass dieser niemals das Fell selber gesehen hat, sondern nur einige der kleinen incrustirten Knochen, die in seinen Besitz gelangt sind.“ Das Unsichere im Texte zwänge ihn, zu glauben, dass er mit seiner Vermuthung Recht habe. In der Ueberschrift zu seinem Artikel wählt er infolgedessen die Bezeichnung *Neomylodon*, ohne die Frage mit weiteren als den eben angegebenen Worten zu berühren.

Ebenso Smith Woodward [25]. Dieser studirt sorg-

fältig das Stück und führt aus, dass man die Beschaffenheit der Hautknöchelchen von *Mylodon* mit Sicherheit nur von der Lumbarregion kenne. Es gäbe nun zwei Möglichkeiten: Im Falle, dass der Hautpanzer von *Mylodon* in den verschiedenen Körperregionen variire und die Knöchelchen in der Lumbarregion sculpirt und nur mit Epidermis bedeckt, in der verhältnissmässig biegsamen Nacken- und Schultergegend dagegen weniger ausgebildet und ganz in der Cutis eingebettet wären, in diesem Falle könne Moreno Recht haben, das fragliche Fellstück, welches vom Nacken stammt, dem *Mylodon* zuzuschreiben. Wenn aber die Dermalknöchelchen dieser ausgestorbenen Gattung überall im Körper dieselbe Form hatten und nur in Grösse und Vertheilung oder dem Grade der Compactheit nach differirten, dann wäre Ameghino berechtigt, vorzuschlagen, ein neues Genus *Neomylodon* aufzustellen. Um aber, fährt Smith Woodward fort, zwischen diesen beiden Möglichkeiten zu entscheiden, müsse man auf neue genaue Informationen betreffs des vorderen Hautpanzers von *Mylodon* warten. Einstweilen theilt er den betreffenden Fellrest im Titel seines Aufsatzes dem *Neomylodon* zu.

Weitere Funde, immer aus der gleichen Höhle, hatte Erland Nordenskiöld mitgebracht; in seiner vorläufigen Mittheilung [21, 22] spricht er von *Neomylodon* und sagt, dass ein Theil der Haut bereits von Lönnberg beschrieben, ein anderer von Ameghino mit diesem Namen belegt worden sei. Wahrscheinlich bezieht er sich hier auf die eben wiedergegebenen Aeusserungen von Moreno [18]. Gaudry [9] acceptirt ohne weiteres diese Benennung in seinem Vortrage über diese Reste vor der Pariser Akademie, indem er erklärt, „dass ein Stück dieser Haut an Ameghino geschickt worden sei, der es unter dem Namen *Neomylodon* signalisirte.“ Auf die definitive Arbeit Nordenskiölds [22] wird am Schlusse dieses Kapitels eingegangen werden. —

Ameghino selber gab um Mitte Juni 1899 Erweiterungen [2] zu einer ersten Mittheilung [1] vom 2. August 1898.

„Die wenigen Reisenden,“ heisst es da [2], „welche die Regionen Patagoniens durchkreuzt haben und in Berührung und freundschaftliche Beziehung zu den gastfreundlichen Tehuelchen getreten sind, haben Gelegenheit gehabt, sie von einem mysteriösen und corpulenten Vierfüssler reden zu hören, von schrecklichem Anblick und unverwundbar, in dessen Körper, sagen sie, nicht einmal die Geschosse der Feuerwaffen einzudringen vermögen. Sie heissen ihn *Jemisch* oder „*Wassertiger*“ („*Tigre del agua*“) und sein blosser Name verursacht ihnen Schrecken; wenn man sie deswegen frägt und sie um Details bittet, werden sie ernst und niedergeschlagen, verstummen oder umgehen eine Antwort.

Letzthin gelang es meinem Bruder Carlos Ameghino, welcher seit 12 Jahren Patagonien bereist, dort Sammlungen anlegt und geologische Studien treibt, ein wenig den dichten Schleier zu lüften, der bis jetzt die Existenz dieses geheimnissvollen Wesens verhüllt.

Um Mitten des vergangenen Jahres sandte er mir von Santa Cruz einige Reste, begleitet von den folgenden Zeilen: „„Endlich habe ich von den Tehuelchen einige genaue Angaben über den berühmten Jemisch erhalten, der kein Mythus oder Gespenst ist, wie wir geglaubt haben, sondern der in Wirklichkeit existirt. Im Besitze eines Indianers sah ich ein Stück vom Felle des Jemisch, [in welchem die kleinen Knöchelchen eingebettet sind, welche ich Dir sende. ähnlich denen, welche wir in fossilem Zustande und mit den Skeletten der Mylodonten finden —]*), und Hompen, ein anderer Tehuelche, hat mir erzählt, er sei auf der Wanderung vom Senguer nach Santa Cruz auf dem Wege mit einem Jemisch zusammengetroffen, der ihm den Weg versperrte und mit dem er einen Kampf zu bestehen hatte, wobei es ihm gelang, jenen mit den Wurfkugeln zu tödten. Nach ihren Mittheilungen ist er Land- und Wasserthier und wandert zu Land mit der gleichen Leichtigkeit, als er im Wasser schwimmt. Er findet sich heutzutage auf das Centrum von Patagonien beschränkt, in Höhlen und Schutzhängen an den Ufern der Seen Colhue, Fontana, Buenos Aires, der Flüsse Senguer, Aysen und Huemules etc., aber nach Ueberlieferungen traf man ihn ehemals im Norden bis zum Rio Negro, und im Süden lebte er nach den Erinnerungen der alten Indianer in allen Seen des Ostabhanges der Anden bis selbst zur Magellanenge. Es ist ungefähr ein halbes Jahrhundert her, dass ein Jemisch, der von den Andenseen her den Rio Santa Cruz herunterkam, am nördlichen Ufer dieses Stromes in der Nähe der Insel Pavon ans Land stieg; erschrocken flohen die Indianer ins Innere, und seit daher blieb als Erinnerung an eine solch unerwartete Erscheinung der Name, welchen noch heute die von Menschen verlassene Stelle führt: ‚Jemisch-Aiken‘ (Ort oder Aufenthaltsort des Jemisch). Er ist ein Nachtthier und soll so stark sein, dass er mit seinen Krallen die Pferde packt und sie in den Grund der Gewässer zieht. Nach der Beschreibung, welche sie mir von ihm gemacht haben, hat er einen kurzen Kopf, grosse Reisszähne und keine oder nur rudimentäre Ohren; die Füsse sind kurz und abgeflacht (plantigrad) und haben vorn drei, hinten vier**) Zehen, die durch eine Schwimmhaut verbunden und mit furchtbaren Krallen bewaffnet sind. Der Schwanz ist lang, zusammengedrückt und ein Greifschwanz (prehensil). Der Körper ist mit kurzem, hartem und steifem, gleichmässig fahlbraunem (bayo) Haar bedeckt. Das Thier soll grösser sein als ein Puma, aber die Beine sind kürzer und der Körper viel dicker.““

Indem ich [Amegh.] Details, welche hier nicht am Platze sind, übergehe, genüge es, zu bemerken, dass das Studium solcher Reste ergab, dass sie einem dem ausgestorbenen Genus *Mylodon* nahestehenden Megatheriden angehören mussten, und wir gaben ihm den wissenschaftlichen Namen *Neomylodon Listai.*“

---

*) Diese Klammer steht nicht im Original und ist von mir zum besseren Verständniss der späteren Ausführungen zugefügt. L.-N.

**) Wie Ameghino später [6] berichtete, soll es hier heissen: vier Vorder- und drei Hinterzehen. Anm. v. L.-N.

Nachdem dann Ameghino kurz seiner ersten Publication [1] Erwähnung gethan, heisst es dann nach einigen belanglosen allgemeinen Ausführungen weiterhin:

„Vielfach treffen wir in der Litteratur Stellen [wo denn? L.-N.], welche sich auf die legendäre Bestie beziehen, aber hier wollen wir nur die erwähnen, welche sich in der ‚Geschichte der Eroberung von Paraguay, Rio de la Plata und Tucuman' von dem Jesuitenpater Pedro Lozano findet, weil sie ein halbes Jahrhundert eher (1740—1746) geschrieben wurde, als der Marquis von Loreto, Vicekönig von Buenos Aires, nach Spanien das berühmte Skelet des Megatheriums sandte, welches aus dem Schlamme der alten trockenen Lagune in der Umgegend von Luján zu Tage gefördert worden war.

In Band I, p. 285—286 des citirten Werkes*) finden wir in Bezug auf das wilde Thier Patagoniens u. a. folgenden Passus:

„„An den Grenzen der Provinz Rio de la Plata bis zu den Patagoniern hin, findet sich ein sehr wildes Thier, genannt Su oder nach anderer Angabe Succarath, und wandert gewöhnlich bis zum Ufer der Flüsse.

Seine Gestalt ist erschrecklich; im ersten Augenblick scheint es das Gesicht eines Löwen und sogar eines Menschen zu haben, weil dieses von den Ohren an mit nicht sehr langem Barte behaart ist; in der Lendengegend wird das Ungethüm schmäler, während es im vorderen Theile recht corpulent ist; der Schwanz ist lang und mit starken Haaren besetzt; mit ihm bedeckt es seine Jungen, indem es sie auf sich lädt, wenn es sie von den Jägern bedroht sieht, und verbirgt sie, bis die Gefahr vorüber ist, ohne dass die Last es hinderte, mit grösster Leichtigkeit die Flucht zu ergreifen. Es lebt vom Raube, und wegen seiner Haut verfolgen es die Eingeborenen des Landes, weil sie sich damit zur kalten Zeit gegen die Unbilden der Witterung schützen. Die gewöhnliche Methode, es zu jagen, besteht darin, dass man eine tiefe Grube gräbt und sie mit Zweigen bedeckt; unvorsichtig stürzt die Bestie mit ihren Kleinen hinein, und wenn sie sieht, dass sie da nicht mehr herauskann, zerreisst sie dieselben mit den Krallen entweder aus Wuth oder aus Grossmuth, damit sie den Menschen nicht in die Hände fallen, gleichzeitig ein fürchterliches Gebrüll ausstossend, um die Jäger zu entsetzen, die sich dem Rande der Grube nähern und die Bestie mit ihren Pfeilen durchbohren, bis sie wüthend stirbet.""

Schliesslich verfehlt Ameghino nicht, die Arbeiten Lönnberg's [15], Moreno's [18] und Smith Woodward's [25] zu citiren und in ihnen eine Bestätigung für seine Angaben zu erblicken. —

Auf neues Material stützen sich also seine Ausführungen [2] nicht; seine Combinationen werden immer schwankender. Der „Pangolin" Lista's ist bereits „corpulent" geworden. Weder aus dem Briefe seines Bruders noch der zugefügten Bemerkung am Ende desselben geht mit Sicherheit hervor, ob die dort erwähnten Knöchelchen

---

*) Lozano, Pedro. Historia de la conquista del Paraguay, Rio de la Plata y Tucumán. In: Lamas, Andrés. Coleccion de Obras, Documentos y Noticias Inéditas ó poco conocidas para servir á la historia física, política y literaria del Rio de La Plata. Buenos Aires 1873. Tomo I.

nun gerade diejenigen sind, welche zu der ersten Publication [1] Veranlassung gegeben haben, oder andere; es ist nur von „solchen Resten“ die Rede. Die Beschreibung des „Jemisch“ passt, soweit man dies überhaupt vom Munde eines Indianers verlangen kann, viel eher auf ein Raubthier, und Roth [24] (s. w. u.) hat dies bereits genügend betont, und meine späteren Darlegungen sollen dies mit gewisser Einschränkung nachzuweisen versuchen, allerdings müsste man aber von dem zu Beginn des Briefes stehenden Passus betreffs der Knöchelchen absehen, den ich deswegen in Klammern gesetzt habe. Lässt man diese Stelle, die vielleicht nachträglich zugefügt wurde, fort, dann ist auch stilistisch der ganze Satz fliessend, während er so an berühmte deutsche Schachtelsätze erinnert, was namentlich beim spanischen Original noch viel schärfer hervortritt. Gallardo [8] (s. w. u.) meint ja auch, dass wahrscheinlich aus Versehen Carlos Ameghino, „der soviel Fossilien in Patagonien sammelt, in dem Briefe an seinen Bruder die Knöchelchen, die zu der ersten Publication [1] Veranlassung gegeben haben, dem Felle eines legendenhaften Thieres zuschreibt, welches die Indianer Jemisch oder ‚Wassertiger‘ (‚Tigre del agua‘) nennen.“ — Will man überhaupt auf die naturwissenschaftliche Beschreibung eines Jesuiten aus dem 18. Jahrhundert etwas geben, so scheint der Su oder Succarath des Pater Lozano aus der Verschmelzung und Vermischung zweier Thiere entstanden zu sein, „halb Tiger scheint’s, halb Beutelratte“; dass unser *Grypotherium* damit nicht gemeint sein kann, geht schon daraus hervor, dass dessen Fell bei seiner grossen Schwere gar nicht als Mantel oder Poncho gedient haben kann: das Fell, das ich wiegen liess [14] (s. w. u.), wiegt 17,75 kg und wäre dabei noch zur Körperbedeckung viel zu klein (112 cm in der grössten Länge und 91 cm in der grössten Breite).

Dieses Fell ist eins der Hauptstücke der letzten grossen Collection, welche Hauthal aus der berühmten Höhle mitbrachte und die wir hier publicirten [11 14 24]. Sie war reichlich genug, um bez. des dort entdeckten Edentaten Klärung zu schaffen. Während Moreno [19] in einer Ankündigung derselben erklärte, dass „die Stücke zeigten, es handle sich um *Glossotherium*“, machte Hauthal am 20. Juli 1899 in seinem Fundbericht, den er späterhin in erweiterter Form auch im „Globus“ in deutscher Sprache mittheilte [12], bekannt, dass nach den Untersuchungen von Santiago Roth sie ein bekanntes Genus, *Grypotherium*, und eine neue Species, *domesticum*,

darstellten. Von dieser Arbeit Dr. Roth's [24], die im folgenden Monat, August 1899, herauskam, heben wir vornächst die Stellen heraus, welche sich auf Ameghino's *Neomylodon* beziehen. Nachdem Roth auf die (allerdings unbedeutende, L.-N.) Incorrectheit des Ausdrucks in Ameghino's zweiter Veröffentlichung aufmerksam gemacht, wo es anfänglich heisst: „Letzthin gelang es meinem Bruder Carlos etc." und im nächsten Satze: „Um Mitten des vergangenen Jahres sandte er mir u. s. w.", schreibt Roth [24] p. 16:

„Man kann nicht wissen, ob Ameghino das neue Genus *Neomylodon* auf diejenigen Knöchelchen hin aufgestellt hat, welche sein Bruder in dem Briefe erwähnt und die von einem Fellstück eines Jemisch herstammen sollen, dass er im Besitze eines Indianers gesehen, oder auf solche hin, die ihm jemand anders aus Patagonien gebracht hatte. Herr Ameghino sollte dies baldigst aufklären.

Wenn die erste Notiz [1] von diesem Thiere, wo er die Knöchelchen und ein Fellstück beschreibt, sich auf die von seinem Bruder um Mitten des vergangenen Jahres gesandten Knochen stützt, warum sagt er dann in seiner ersten Publication [1] vom 2. August 1898 *), dass die Person, welche ihm die Knöchelchen brachte, ihn frug, zu welchem Thier sie gehören könnten, da ja doch sein Bruder in dem Briefe das Thier detaillirt beschreibt? Und wenn die erste Publication [1] auf Knöchelchen basirt, welche ihm jemand anders hat zukommen lassen, warum erwähnt er dann nichts von der Entdeckung seines Bruders, von der er um Mitten des vergangenen Jahres Nachrichten gehabt hat?

Die Aufklärung dieser Punkte ist von grösserer Wichtigkeit, als es bei einfachem Zusehen erscheint. Ich habe viele Gründe, zu glauben, dass die von Ameghino in seiner ersten Publication [1] erwähnten Knöchelchen von einem Felle stammen, das im Juli 1898 in unser Museum gelangte und der Rest eines Felles war, welches Herr Moreno 1897 nach Europa mitnahm, und von dem auch Andere Stücke abgetrennt haben. In solchem Falle würde es sich nicht um ein neues Thier handeln, und der Name *Neomylodon* wäre ein Synonym. Wenn aber im Gegentheil Ameghino's erste Notiz [1] sich auf ein Stück Fell bezieht, das von einem Jemisch herstammt und im Besitze eines Indianers ist, dann würde man daran zweifeln dürfen, ob es sich um ein noch unbekanntes Thier handelt.

Unter den Edentaten kennt man bis jetzt kein anderes Genus mit Eckzähnen als *Lestodon*; aber dieses hatte keinen Hautpanzer mit Knöchelchen; jedenfalls muss Herr Ameghino besser seine neue Gattung *Neomylodon* begründen. Ein Fellstück mit Knöchelchen und Angaben von Indianern sind keine genügend sicheren Argumente, um ein neues Genus aufstellen zu dürfen."

Und an einer späteren Stelle [24] p. 34 führt Roth weiterhin aus:

---

*) Roth schreibt November 1898, wo [illegible] che Uebersetzung 1a herauskam, welche uns damals [illegible] lich war [illegible] -N.

„Ich habe schon vorhin gesagt, dass man nicht weiss, von welchem Thier die von Ameghino in seiner ersten Publication [1] beschriebenen Knöchelchen herstammen; wenn es sicher wäre, dass sie von dem Fellstück stammen, welches vergangenes Jahr (1898) nach unserem Museum gebracht wurde, wäre es nicht unangebracht, den Speciesnamen *Listai* beizubehalten. Aber Herr Ameghino sagt, dass sein Bruder Carl ihm die Knöchelchen von Santa Cruz geschickt hat und dass sie von einem Jemisch-Fell im Besitze eines Indianers stammen. Man weiss also nicht, ob die fraglichen Knöchelchen einem unbekannten Genus angehören, in diesem Fall einem *Neomylodon*, oder aber einem *Mylodon* oder *Grypotherium*. Aus diesen Gründen will ich nicht den Namen eines Thieres wählen, von dem man nicht weiss, was es ist; auf jeden Fall passt die Beschreibung, welche Ameghino vom *Neomylodon Listai* giebt, in keiner Beziehung auf das *Grypotherium*. Nach Ameghino lebt das *Neomylodon* zu Land und Wasser, ein wildes Thier, welches mit seinen Krallen die Pferde packt und sie bis in den Grund der Wässer zieht; der Kopf ist kurz mit grossen Reisszähnen und das Haar kurz. — Das *Grypotherium domesticum* hat im Gegentheil einen sehr langen Kopf, keine Zähne in Form von Eckzähnen, weder grosse noch kleine, und langes Haar. Ausserdem ist das *Grypotherium* sicherlich ein Hausthier gewesen, das Gras frass und ruhig in derselben Höhle mit dem Menschen zusammen wohnte. Es konnte in Folge dessen nicht das wilde Thier gewesen sein, von dem die Tehuelchen erzählen.“

Roth schreibt dann weiter, dass unter den aus der Ultima Esperanza-Höhle mitgebrachten Resten einige Knochen sich befinden, die von einem sehr grossen Raubthier, grösser als der Jaguar, herstammen und ein solches Thier zum Theil auf die Beschreibung passe, welche Ameghino vom *Neomylodon* macht, und dass, wenn es auch nicht ganz stimme, er doch für diese Reste den specifischen Namen *Listai* beibehalten und den Genusnamen *Neomylodon* als ungeeignet durch *Jemisch* ersetzen werde. Er nennt also dieses ebenfalls aus der Höhle Eberhardt stammende Raubthier *Jemisch Listai*. — Man kann im Zweifel sein, ob bei der unklaren Schilderung, welche Ameghino von seinem *Neomylodon* giebt, hier die Rücksicht nicht zu weit gegangen ist.

Excerpiren wir jetzt ganz kurz die Ausführungen Roth's[24] betreffs der Gründe, welche ihn dazu führten, die von Hauthal mitgebrachten Reste als *Grypotherium domesticum* zu bestimmen *).

---

*) Litteratur:

I. Owen. The Zoology of the Voyage of H. M. S. Beagle. Part. I. London 1840.
II. Owen. Description of the Skeleton of an Extinct Gigantic Sloth, Mylodon robustus Owen. London 1842.
III. Reinhardt. Beskrivelse af Hovedskallen af et Kœmpedo-

Auf ein Schädelstück, das Darwin vom Arroyo Sarandis in Uruguay mitgebracht hatte, gründete 1840 Owen (I p. 57—63) das Genus *Glossotherium*, ohne einen Speciesnamen zu geben; auf einen Unterkiefer, von Darwin in Punta Alta bei Bahia Blanca gefunden, das *Mylodon Darwinii* (I p. 63—73). Später (II), als Owen Reste von *Mylodon robustus* bekam, glaubte er (II p. 154, Anm.), dass das eben erwähnte Schädelstück von *Glossotherium* zur Gattung *Mylodon* gehöre, und da es etwas verschieden vom *Mylodon robustus* war, so war er der Ansicht, dass es zum *Mylodon Darwinii* gehöre. Das war aber nur eine Vermuthung, weil der Schädel von *Mylodon Darwinii* damals noch gar nicht bekannt war.

Als 1879 Reinhardt (III) das Genus *Grypotherium* nach dem Material der nach Kopenhagen gelangten Rothschen Sammlungen aufstellte, stellte es sich dabei heraus, dass der Unterkiefer von *Mylodon Darwinii* nicht zur Gattung *Mylodon*, dem es Owen zugesprochen hatte, sondern zu dieser neuen Gattung *Grypotherium* gehörte; für diese behielt daher Reinhardt den Speciesnamen *Darwinii* bei. Auch zeigte sich gleichzeitig, dass das von Owen (I) beschriebene Schädelstück von *Glossotherium* und Owen's (I) Unterkiefer von *Mylodon Darwinii* (welchen Reinhardt ja als *Grypotherium Darwinii* festgestellt hatte) wirklich verschiedene Genera sind, denn Owen sagt (I p. 60), und das geht auch aus seiner Abbildung hervor, dass das Occiput bei *Glossotherium* $^1/_3$ breiter als hoch ist, und dies ist bei *Grypotherium* nicht der Fall, indem bei diesem dieser Knochen beinahe ebenso hoch als breit ist.

Ameghino (IV) hat diese Sache nicht genau verfolgt und Verwirrung angerichtet, indem er betreffs des Schädelstücks von *Glossotherium* und des Unterkiefers von *Mylodon Darwinii*, beide von Owen beschrieben, sagt (IV p. 734), „dass die ersten Reste von *Glossotherium*, bestehend

---

vendyr, Grypotherium darwinii. „K. Danske Vidensk. Selsk. Skr.“, 5. Rœkke, XII, 4, Kjobenhavn 1879.

IV. Ameghino. Contribucion al conocimiento de los mamiferos fosiles de la Republica Argentina. Buenos Aires 1889, p. 734.

V. Lydekker. Contributions to a knowledge of the fossil vertebrates of Argentina. „Anales del Museo de La Plata“, Paleontologia Argentina III, 1894, p. 85.

VI. Burmeister. Lista de los mamiferos fosiles del terreno diluviano. „Anales del Museo Público de Buenos Aires“. I, 1864, p. 177. — id. Description physique de la République Argentine. Tome III. Buenos-Ayres 1879, p. 322—323.

aus einem unvollständigen Schädel mit dem Unterkiefer, von Darwin in Punta Alta bei Bahia Blanca entdeckt wurden," er also glaubt, dass sie vom selben Individuum herrühren. Lydekker (V) hat diese Angaben Ameghino's einfach übernommen.

Was die Gattung *Glossotherium* Owen anbelangt, von der immer noch nicht mehr als jenes Schädelstück bekannt geworden ist, auf welches hin Owen (I) sie aufstellte, so ist Roth jetzt (private Mittheilung) der Ansicht, dass, obschon Burmeister (VI) behauptete, dass sie mit der Gattung *Scelidotherium* identisch ist, Owen's erste Auffassung (I) die richtige ist, dass sie in der That eine besondere Gattung, verschieden von *Scelidotherium*, *Mylodon*, *Lestodon* und *Grypotherium* darstellt.

Das Studium der von Hauthal mitgebrachten Präparate ergab nun, wie Roth [24] p. 25 kurz zusammenfasst, dass diese zu dem Reinhardt'schen *Grypotherium Darwinii* gehören und von diesem „sich nur durch die Grösse unterscheiden. Ich weiss nicht, ob sie wirklich eine von *Grypotherium Darwinii* verschiedene Species darstellen. Aber auch, wenn es sich nur um eine verschiedene Rasse handelte, müsste man ihnen einen besonderen Namen geben, um sie von den übrigen aus der Pampaformation unterscheiden zu können. Aus dem Fundberichte des Herrn Hauthal ergiebt sich unzweifelhaft, dass dieses Thier ein Hausthier gewesen ist, weshalb ich den Namen *Grypotherium domesticum* vorschlage."

Schreiber dieses glaubt, dass dann Roth eher die Bezeichnung *Grypotherium Darwinii* var. *domesticum* hätte wählen müssen.

Wegen der osteologischen Details muss auf unsere Arbeit [14 24] selbst verwiesen werden. Um mit dieser hier gleich fertig zu werden, so untersuchte ich auf Grundlage des Roth'schen Inventars die Stücke vom rein anthropologischen Standpunkte. Was das *Grypotherium* anbetrifft, so ergab sich, dass es vom Menschen wohl durch Schläge auf den Kopf getödtet, dann abgehäutet, zerlegt und roh verspeist wurde. Der Mensch bediente sich dabei grosser scharfkantiger Steine und Steinlamellen. Die Abfälle der Mahlzeit wurden fortgeworfen. Das Thier hat jedenfalls, nach der Stärke der Mistschicht zu schliessen, lange Zeit die Höhle bewohnt, und die Ansicht Hauthal's, es sei als Hausthier gehalten worden, hat viel Wahrscheinlichkeit, wenn es sich auch sicherlich nicht um ein eigentliches Hausthier, sondern um ein in Gefangenschaft gehaltenes wildes handelte. Das Fell diente zu irgend einem Zwecke,

jedenfalls nicht zur Bekleidung. Nach meiner Ansicht ist das Thier wohl vom Menschen ausgerottet worden, und die vernarbten Kopfwunden, welche das Owen'sche Exemplar des *Mylodon robustus* (II p. 22—23, 156—158, Tfl. III) und fünf *Mylodon*-Schädel aus dem La Plata-Museum aufweisen, sind wahrscheinlich auch dem Menschen und nicht irgend welchen Zufälligkeiten zuzuschreiben.

Die Histologie des Felles schliesslich beschrieb Herr Dr. Jacob [13].

Inzwischen sind die Originale zu unserer Publication nach London gesandt worden; von dort vorgenommenen wirklichen Untersuchungen sind mir erst die von Herrn Spencer Moore [29] bekannt geworden, der die Excremente studirte und u. a. fand, dass einige der Pflanzenreste scharf in einer Richtung zerschnitten sind, was die stumpfen Zähne des Thieres schwerlich verursacht haben können. Dies würde ja m. E. für die Hausthierqualität des Thieres sprechen.

Im selben Monat (Juli 1899), in dem Hauthal [11] am 20. ankündigte, dass die von ihm mitgebrachten Stücke nach Roth's Untersuchungen dem *Grypotherium domesticum* angehörten, veröffentlichte Herr Ameghino ohne genauere Datumsangabe als „Juli 1899" einen dritten Artikel [3] über sein *Neomylodon Listai*, der aber von uns nicht mehr hat berücksichtigt werden können, weil unser Text in der Presse und unsere Tafeln zum Theil schon gedruckt waren. Wir geben Herrn Ameghinos Aufsatz ungekürzt wieder.

„Betreffs der gravigraden Edentaten ist die neue und sensationelle Nachricht die von Carlos Ameghino gemachte Entdeckung von der Existenz eines lebenden Repräsentanten der bis vor kurzem für ausgestorben gehaltenen Familie der *Mylodontiden*, des *Neomylodon Listai* Amegh., so corpulent wie ein grosser Ochse, aber mit kürzeren Beinen und in Folge dessen viel niedriger, mehr oder weniger ein Drittel kleiner als *Mylodon robustus*. Der Körper ist mit dichtem, grobem und hartem Haar bedeckt, in der Structur ähnlich dem Haar von *Bradypus*, und im Bereiche des ganzen Körpers gleichmässig fahlbraun (bayo). Die Haare der Rückenmittellinie am Hals und am vorderen Theil des Körpers sind ein wenig länger und bilden eine Mähne, die an den Beinen nach und nach kürzer wird und verschwindet. Das sehr dicke Fell ist in der Tiefe der Dermis voll von kleinen dermalen Knöchelchen gleich denen des fossilen Genus *Mylodon*, die aneinander gelegen und auf der Innenfläche des Felles in der Rückengegend so angeordnet sind und so aussehen etwa wie ein Strassenpflaster. Der Kopf ist verhältnissmässig etwas länger als der von *Mylodon* und endet in eine spitze Schnauze (hocico delgado); die Ohrmuscheln sind rudimentär. Der Schädel bietet in seiner Bildung eine Mischung der Charaktere von *Glossotherium* und *Mylodon*. Die

Zahnbildung nähert sich mehr *Glossotherium* als *Mylodon*, sowohl wegen der Gestalt des letzten unteren zweilappigen Molars, wie wegen der sub-cylindrischen Form der übrigen, aber der vordere Zahn ist, obwohl von dem auf ihn nach hinten zu folgenden nicht durch einen Abstand getrennt, ein wenig länger, etwas caniniform und nach hinten gebogen, sowohl im Ober- wie Unterkiefer. Die Symphysengegend des letzteren ist mehr verlängert als bei *Mylodon*. Die Füsse sind abgeplattet (deprimidos), die Zehen durch Schwimmhaut verbunden und mit grossen, sichelartigen Krallen bewaffnet, die näher dem *Glossotherium* und *Catonyx* als dem *Mylodon* stehen. Der Schwanz, lang, dick und flach, soll ein Greifschwanz sein. Das Thier lebt zu Lande und Wasser, hat nächtliche Gewohnheiten und wandert zu Land mit derselben Leichtigkeit, als es im Wasser schwimmt. Die Tehuelchen, welche es sehr gut kennen, nennen es Jemisch oder ‚Wassertiger' (‚Tigre del agua') *). Zur Zeit ist es im Aussterben begriffen und findet sich nach Angaben der Tehuelchen auf das Centrum von Patagonien, seinen wüstesten, von Schluchten am meisten durchsetzten Theil beschränkt, wo es in Höhlen und Klüften an den Ufern der Seen Colhue, Musters, Fontana, Buenos Aires und den Flüssen Senguer, Aysen und Huemules lebt; aber nach Ueberlieferungen erstreckte es sich ebenfalls nach Norden zu bis zum Rio Negro und nach dem Süden zu lebte es nach Erinnerungen der alten Indianer in allen Seen des Ostabhanges der Anden bis sogar zur Magellanstrasse. Verschiedene alte Autoren [welche denn? L.-N.] erwähnen es, und es ist auch auf einer Karte von Patagonien abgebildet, die von den Jesuiten Chiles 1635 nach von Mitgliedern dieser Gesellschaft zur damaligen Zeit gesammelten Daten entworfen wurde **). Der Pater Pedro Lozano von der Gesellschaft

---

*) Der Capitän Musters in seiner Reisebeschreibung erwähnt den „Wassertiger" („Tigre del agua"), dessen Spuren er sah, welche er wegen ihrer Grösse mit denen eines grossen Puma vergleicht. — Musters. At home with the Patagonians. Second edition. London 1873, p. 104—105. [Deutsche Ausgabe: Musters. Unter den Patagoniern. Jena 1873, p. 109—110.] Anm. von Ameghino. — Wir kommen im zweiten Kapitel auf diese Stelle ausführlich zu sprechen. L.-N.

**) Ameghino bezieht sich hier auf folgende Publication: Seelstrang, Arturo. Apuntes históricos sobre la Patagonia y la Tierra del Fuego. XIX. El Mapa de la Patagonia y la Tierra del Fuego, redactado por los Jesuitas de Chile [1635]. „Boletin del Instituto Geográfico Argentino", Tomo VI, 1885, p. 3—7. — Seelstrang giebt eine Reproduction nach dem Kartenwerke von Kohl. Auf der betreffenden Karte sind allerlei Thiere mitabgebildet, Hirsch, Gürtelthier etc., und deren Namen zugesetzt oder weggelassen. Von einem dieser Thiere, dem eine Bezeichnung fehlt und das auf der betr. Karte ganz links oben zwischen den beiden weissen Feldern dargestellt ist, welche die Aufschrift „Ad Lectorem. In hac Mappa etc." resp. „Studio et labore etc." tragen, vermuthet Seelstrang, dass es ein Wildschwein ist. Diesem kommt die Abbildung (siehe die beifolgende Reproduction) auch noch am nächsten. Nach Ameghino soll es das *Neomylodon Listai* sein. — Das fragliche Thier auf der Karte zeigt am Widerrist eine Mähne. Stützt sich hierauf vielleicht Herr Ameghino, wenn er für sein *Neomylodon* eine Rückenmähne angiebt? Anm. von L.-N.

Jesu, die im Vicekönigthum Rio de la Plata sich niedergelassen hatte, giebt 1740 eine lange Beschreibung von demselben Thier, welches er Su oder Succarath nennt. Er erzählt, dass die Patagonier zu seiner Zeit es wegen seines Felles jagten, mit dem sie sich bekleideten *). In einer Grotte in der Umgegend des Meerbusens Ultima Esperanza im äussersten Süden Patagoniens hat man letzthin Skelette von Indianern, Knochen von *Neomylodon* und mehr oder weniger ganze vom Menschen abgehäutete Felle desselben Thieres entdeckt, was die Genauigkeit der Angaben in dem Berichte Lozano's beweist."

Hier in Ameghino's dritter Publication [3] hat sich das *Neomylodon* nun stark verändert; am 2. August 1898 ist es so gross wie ein Pangolin, kaum ein Jahr später im Juni 1899 ist es bereits „corpulent" und nun im Juli 1899 schon „so corpulent wie ein grosser Ochse etc." Die Reisszähne des Jemisch sind nur noch „etwas caniniform und nach hinten gebogen." Der Schwanz „soll" nur noch ein Greifschwanz sein. Dass die Angaben über die Zähne nicht auf das *Grypotherium* passen, geht aus einem Blick auf die Tafeln II—III hervor, welche unserer Arbeit [11 14 24] beigefügt sind. Allerdings ist bei *Grypotherium* der letzte untere Zahn zweilappig, auch die übrigen Zähne sind sub-cylindrisch wie es z. B. unsere Figur 3, Taf. III, deutlichst zeigt; aber auf unserer Figur 2, Taf. II, welche ein Unterkieferstück von *Grypotherium* von der Seite gesehen darstellt, erscheint der vorderste Zahn deswegen hervorstehend, „etwas caniniform und nach hinten gebogen," weil erstens die übrigen Zähne abgebrochen und infolgedessen gar nicht sichtbar sind, zweitens der obere die Alveolenmündung tragende Kieferrand lamellenartig abgeschlagen ist, so dass der obere Theil der schwach gekrümmten Wurzel des vordersten Zahnes sichtbar ist! Aus unseren und Nordenskiöld's [23] Abbildungen geht übrigens hervor, dass bei *Grypotherium* von einem caniniformen Zahn nicht die Rede sein kann. Auch die Beschreibung der Innenfläche des Felles von *Neomylodon* passt genau weder auf *Grypotherium*, noch auf die früheren aus der gleichen Höhle beschriebenen Fellreste (eben auch *Grypotherium*); denn bei diesen bietet nur dann die Innenseite den Anblick von Strassenpflaster, wenn die Hautknöchelchen nach Zugrundegehen der inneren Dermalschichten zu Tage getreten sind, während Herr Ameghino ein solches Verhalten

---

*) Schon gelegentlich des zweiten Artikels Ameghino's [2] wurde die genaue Quelle citirt und nachgewiesen, dass dieses Thier das *Grypotherium* nicht gewesen sein kann. Anm. von L.-N.

als normal angiebt. „Wie Strassenpflaster" sah auch eine Partie der Oberfläche des von uns beschriebenen Felles aus, wo eben Haar und Epidermis etc. zerstört waren.

Abgesehen von den Angaben, die direct mit einiger Zurechtstutzung aus dem Briefe seines Bruders übernommen sind, giebt Ameghino auch nicht die geringste Andeutung, wo er seine Daten alle herhat. Eine Controlle und Bestätigung ist daher unmöglich, und ein wissenschaftlicher Werth wird bei der Unbestimmtheit und dem fortwährenden Wechsel in der Beschreibung der Charaktere, die das *Neomylodon Listai* darbieten soll, für derartige Publicationen wohl anzuzweifeln sein.

Eine weitere ganz kurze Notiz Ameghino's [5] über das gleiche Thema bringt nichts Neues und erledigt sich nach dem Vorhergehenden von selbst.

Einen letzten Artikel Ameghino's [6] kann ich ganz kurz abhandeln, da er sich in einer deutschen populärwissenschaftlichen Zeitschrift findet. Hier erklärt der Verfasser zunächst, dass die von seinem Bruder gesandten Knöchelchen die Veranlassung zu seiner ersten Publication [1] vom 2. August 1898 abgaben; gerade deshalb treten aber die Widersprüche, auf welche Roth [24] aufmerksam machte, um so schärfer hervor. Warum fragte „man" dann Herrn Ameghino, zu welchem Thier dieselben gehören könnten, da ja Herr Carlos Ameghino das betr. Thier genau beschreibt? — Ob „*Neomylodon*" noch lebt, lässt Verfasser bereits dahingestellt; dass wir es (resp. *Grypotherium)* „in einer nicht weit entfernten Vergangenheit noch zu den lebenden Wesen zählen müssen", bezweifelt niemand, es frägt sich nur, wann wir den Zeitpunkt des Aussterbens anzusetzen haben (siehe diesbez. Capitel III dieser Arbeit). — Wie Herr Ameghino dazu kommt, das Wort Jemisch mit „kleine Steinkörnchen" oder „etwas, das kleine Steinkörnchen besitzt oder trägt" zu übersetzen, weiss ich nicht (siehe Capitel II). — Die zoologische Beschreibung vom „*Neomylodon*" variirt schon wieder gegen früher. Jetzt hat es keine Eckzähne mehr, aber „starke Schneidezähne", „was sich vielleicht aber auch erklären lässt"! — Das fabelhafte Thier des Pater Lozano, Su oder Succarath, wird auch wieder aufgetischt, und Ameghino fügt noch hinzu, dass die alten Tehuelchen aus dessen Haut gefertigte Mäntel und Felldecken Su oder Suc benannten, während carth oder carrath in ihrer Sprache Haut bezeichne, „so dass die Bezeichnung Su oder Succarath für Neomylodon, die uns Lozano überliefert, Mantel oder Decke aus Fell bedeutet." Nun ist allerdings richtig,

dass Decke im Patagonischen „Sokga“ heisst *), damit ist aber durchaus nicht bewiesen, dass Lozano's Thier unser Edentat gewesen.

Es genügt eigentlich, die eben durchgegangene Litteratur zu überblicken und namentlich die mitgetheilten Ausführungen Roth's [24] sich anzusehen, um zu der Erkenntniss zu gelangen, dass die aus der Eberhardt-Höhle stammenden Reste weder dem Genus *Neomylodon* noch dessen Species *Listai* zuzuschreiben sind. Indem auf die schon besprochenen Arbeiten nun nicht mehr weiter eingegangen werden soll, befremdet es, wenn Smith Woodward [26] die Reinhardt'schen Darlegungen bezw. *Glossotherium* oder *Grypotherium* nicht beachtet, in seiner Kritik unserer Publication sich für den Namen *Glossotherium Listai* erklärt und weiterhin einfach sagt: „Mit einer lächerlichen Reihe von Argumenten, welche man kaum in einer wissenschaftlichen Abhandlung zu finden erwartet, schlägt Dr. Roth vor, den Speciesnamen zu ändern; aber dieser Punkt bedarf keiner Erörterung.“ Dass es sich überhaupt um keine Aenderung handelt, hat man aus obiger Darlegung des Thatbestandes ersehen. Späterhin [27] scheint allerdings Smith Woodward die Richtigkeit der Bezeichnung *Grypotherium* einzusehen. In seiner definitiven Arbeit [28] über die nach London gesandten Originale unserer Publication [11 14 24], die mir während des Druckes dieser Zeilen zu Gesichte kommt, erkennt er diese auch an, behält aber trotzdem den specifischen Namen *Listai* bei, weil das aus der Eberhardthöhle stammende *Grypotherium* beträchtlich kleiner als *Grypotherium Darwinii* und sein Nasenbogen schmäler und concaver als bei diesem sei, es sich also „sehr wahrscheinlich um eine andere Species handele.“ **) — Auch Gallardo [8] in seiner übrigens vollkommen sachlichen Kritisirung der gesammten Frage ist nicht damit einverstanden; „ist darüber kein Zweifel,“ sagt er, „dass, wenn die Genusbestimmung Roth's richtig, *Neomylodon* ein Synonym ist, so muss doch auch in diesem Falle der specifische Name *Listai* gewahrt werden, denn Ameghino's Priorität ist unbestreitbar.“ Das soll daraus hervorgehen, dass in den früheren Arbeiten von Lönnberg [15], Moreno [18], Smith Woodward [25] und Nordenskiöld [21] immer von *Neomylodon*

---

*) Ibar Sierra, Enrique. Relacion de los estudios hechos en el estrecho de Magallanes y la Patagonia Austral durante los últimos meses de 1877. „Anuario hidrográfico de la Marina de Chile,“ año V, 1879. Santiago. Apéndice, p. 7—60.

**) Nachträglicher Zusatz zur Heftausgabe.

die Rede ist, Ameghino's Publication [3] vom Juli 1899 die Priorität vor der Roth'schen habe (obwohl Hauthal ja bereits am 20. Juli 1899 den Namen *Grypotherium domesticum* für unser Material festlegte! L.-N.) und die darin gegebene Beschreibung „vollständig mit den Beschreibungen und Abbildungen Roth's übereinstimme"!! Im Anschluss hieran will Mercerat [16] nun auch den paläontologischen Beweis erbringen, beschränkt sich aber auf die einfache Erklärung, dass jeder Fachmann bei Durchsicht der Arbeit Roth's [24] Taf. III sehen wird, „dass die von Ameghino [soll heissen Roth. L.-N.] beschriebenen Reste nicht dem Genus *Grypotherium* Rhdt. zugetheilt werden können und dass die Bestimmung Roth's in Folge dessen willkürlich ist. Der blosse Unterschied, den die Symphyse des Unterkiefers darbietet, genügt, um diese Identification zurückzuweisen. Da alle Beschreibungen Ameghino's die Priorität vor Roth's Arbeit haben, so geht deutlich aus den von Gallardo gelieferten Beobachtungen hervor, dass *Grypotherium domesticum* Roth weiter nichts ist als ein simples Synonymum von *Neomylodon Listai* Amegh." Das soll eine Beweisführung sein! Mercerat [16] vergleicht den [24] auf Taf. III Fig. 4 abgebildeten Unterkiefer von *Grypotherium Darwinii* mit dem auf Taf. III Fig. 3 c dargestellten von *Grypotherium domesticum* Roth, aber der Unterschied besteht in Wirklichkeit darin, dass bei letzterem die Symphyse abgeschlagen und eine grosse Knochenlamelle längs des oberen Alveolarrandes abgesprengt wurde (s. das gleiche Stück [24] Taf. II Fig. 2), als der Mensch das Thier verspeiste! Das ist auch auf unseren Abbildungen deutlich zu sehen, und Mererat's Auslassungen bleiben unverständlich *).

Herrn Nehrings [20] Bemerkungen über die Hausthier-

---

*) Um hier kurz noch auf die weiteren Bemerkungen Mercerats [16] betr. des Humerus einzugehen, welchen Roth [24] als den einer neuen, sehr grossen Katzenart *Jemisch Listai* bestimmte, so ist dieser nach Mercerat ein Humerus von *Machaerodus*. „Seine Maasse stimmen ziemlich exact mit denen von *Machaerodus neogaeus* (Ld.) Pict." Um zu zeigen, dass diese Behauptung Mercerats nicht richtig ist, maass Dr. Roth einen Humerus von *Machaerodus neogaeus* aus dem Nationalmuseum zu Buenos Aires und theilte mir seine Zahlen mit; bei *Jemisch Listai* misst der sagittale Diaphysendurchmesser 33, der transversale 25 und der transversale Durchmesser der distalen Epiphyse 75 mm, während bei *Machaerodus neogaeus* dieselben Maasse 4. resp. 50 resp. 128 mm betragen. —
Demselben grossen Raubthier gehören vielleicht von Nordenskiöld [24] S. 16 und Winge einer „gigantischen" *Felis onça* L. zugeschriebenen Knochenreste an, welche sich von dieser durch ihre beträchtliche Stärke und Grösse unterscheiden. Dort wird auch ausdrücklich hervorgehoben, dass *Machaerodus neogaeus* nicht in Betracht kommt. —

qualität unseres Edentaten haben mit der speciellen Frage dieser Zeilen nichts zu thun.

Anfang 1900 erschien dann die endgültige Arbeit Erland Nordenskiölds [23] (französischer Auszug [10]), dessen vorläufige Mittheilung [21] [22] wir schon früher besprochen hatten. Wie schon vorhin erwähnt, bezieht sich seine Angabe [23] S. 3, Ameghino habe auch ein Stück derselben Haut wie Lönnberg [15] beschrieben, wohl auf Moreno's [18] Notiz. Die Zutheilung der Reste zu der Gattung *Glossotherium* Owen statt *Grypotherium* Reinh., die nicht weiter begründet wird, geschah wohl auf Grund der Ameghino'schen und Lydekker'schen Arbeiten, ohne die vorher excerpierten Ausführungen Roth's zu beachten. Auf jeden Fall aber ist Nordenskiöld's Schrift eine Stütze und Bestätigung der Roth'schen Bestimmungen. Die Bezeichnung *domesticum* als Species oder besser als Varietät wird allerdings nicht acceptirt, weil nach Erland Nordenskiöld keine Anzeichen für die Hausthierqualität des Thieres sprechen; mit Recht wird daher dann der Name *Darwinii* gewählt. Die meisten zu unserem Edentaten gehörenden Reste, welche dieser Forscher mitbrachte, stammen, wie z. Th. die von uns beschriebenen von jungen Thieren, die besonders schmackhaft gewesen sein werden, nur wenige von ausgewachsenen. Das ist vielleicht beachtenswerth und könnte ebenso wie der Umstand, dass die von uns untersuchten Kothballen von alten und ganz jungen Thieren herstammen (denn ihr Durchmesser schwankt von 75 zu 185 mm mit allen Uebergängen), für „die regelmässige Fortpflanzung im Zustande der Domestication“ sprechen, ein von Nehring [20] hervorgehobenes Postulat; zum mindesten beweist es, dass die Thiere dort Jahre lang ihr ständiges Heim besassen. Entgegen Herrn Nordenskiöld [23] S. 14 muss ich durchaus meine Ansicht [14] aufrecht erhalten, dass die Knochen vom Menschen so stark zerschlagen wurden, als er das Thier roh verzehrte; Herrn N.'s Deutung, wenn ich sie richtig verstehe, die vielen Kritzer, Brüche, Schlagspuren etc. kämen daher, dass auf die Knochen in der Höhle hin- und hergetreten wurde, ist durchaus unwahrscheinlich und gekünstelt. Die von Herrn Nordenskiöld so schön abgebildeten Knochen sind genau in der gleichen Weise wie die von mir untersuchten zurechtgeschlagen; z. B.: der Schädel ist hinter den Augen mitten quer durchgebrochen; aus dem Unterkiefer ist ein handliches Stück durch Wegschlagen des Kronenfortsatzes und der Symphyse zurechtgemacht etc. Doch das betrifft nicht die hier zu behandelnde Frage.

Verfasser hofft mit vorliegenden Ausführungen das Material herbeigebracht zu haben, um den Nachweis zu erleichtern, dass trotz der grossen Verdienste Ameghino's um die Wissenschaft und trotzdem er von Anfang an ein Fell mit so einzig dastehenden knöchernen Einlagerungen als zu den ausgestorbenen Edentaten gehörend richtig erkannte, es nicht angebracht erscheint, die aus der Eberhardt-Höhle bei Ultima Esperanza stammenden Funde dem *Neomylodon Listai* Amegh. oder auch nur der Species *Listai* zuzuschreiben. Während *Grypotherium Darwinii* [var. *domesticum*] wohl charakterisirt ist und wir über fast das ganze Skelett und die Haut wohl unterrichtet sind, ändert Ameghino sein *Neomylodon* soviel, dass man zuletzt überhaupt nicht mehr weiss, was es eigentlich für ein Wesen ist. Belege für seine Angaben giebt er nicht, „das ist keine Wissenschaft, das ist Phantasie"! Und das folgende Capitel soll nachweisen, dass auch das in der Erzählung der Indianer vorkommende geheimnissvolle Thier „Jemisch" überhaupt kein Edentat, sondern etwas ganz was Anderes ist.

II.

Die Bedeutung des „Jemisch" und das südlichste Vorkommen des Jaguar.

Einige ganz kurze Vorbemerkungen über die ethnographischen Verhältnisse des Landes dürften vielleicht zunächst hier am Platze sein.

Die ethnographische und linguistische Gliederung des südlichen Theils von Südamerika etwa von der Höhe der Mündung des La Plata an entspricht schematisch in groben allgemeinen Zügen ungefähr der geographischen und politischen Eintheilung des Landes. Im Westen, in Chile, sitzen die Araukaner. Diese sind, vielleicht erst zu Anfang des 18. Jahrhunderts, nach Osten, sogar bis Buenos Aires vorgedrungen und inzwischen wieder fast ganz zurückgedrängt worden; natürlich sind noch viele in Argentinien geblieben. Im Osten, in Argentinien, finden sich zwei Stämme, deren einer fast ausgestorben und fast ganz unbekannt ist und ursprünglich mehr auf den Norden, das Gebiet der eigentlichen Pampa, beschränkt gewesen zu sein scheint; ich will für ihn hier einstweilen den Namen Pampa wählen, obwohl mit diesem Worte durcheinander alle drei der in Betracht kommenden Völker bezeichnet werden; in der Litteratur figurirt er auch als Puelche, Chenna, Gennaken, nördliche Tehuelche etc. Der andere Stamm, Patagonier gemeinhin genannt, wandert im

Süden, in Patagonien; zu ihm gehören die bekannten Tehuelchen, die schon nach Feuerland herabgedrungenen, fälschlicherweise Ona benannten Indianer, jedenfalls auch die Chonos im Westen etc.

Auf die Südspitze beschränkt sind die Feuerländer, die **Yahgan** im äussersten Süden, nordwestlich von ihnen die **Alakaluf**.

Alle diese 5 Stämme sind sprachlich vollkommen von einander getrennt; nur betreffs der Pampas und Patagonier ist der Grad dieser Verschiedenheit noch nicht bekannt.

Um nun auf die eigentliche Frage dieses Kapitels einzugehen, so finden wir bei Gay*) S. 45 die in Chile gebräuchlichen Vulgärnamen für die *Lutra felina* Molina angegeben: „Gato de mar [Meerkatze], Nutria, Chimchimen oder Chungungo." In Argentinien heisst das Thier allgemein „Nutria"; Lahille**) giebt noch speciell an „Nutria verdadera" [„wirkliche Nutria"]. Ausser in Chile findet sie sich in ganz Patagonien bis zur Magellanstrasse (nach Trouessart.)***)†) Für dieses Wort Chimchimen schreibt 1765 Febres††) in seinem Wörterbuche der araukanischen Sprache wohl richtiger Weise Chimchimem und übersetzt es mit: „Animal marino como gato" [„Meerthier wie eine Katze"]. Für „Gato del mar" [„Meerkatze"]

*) Gay, Claudio. Historia física y politica de Chile. Zoologia. Tomo I. Paris y Chile 1847.

**) Lahille, F. Ensayo sobre la distribución geográfica de los mamíferos en la República Argentina. 42 pp. Extr. de „Primera Reunión del Congreso Científico Latino Americano", Buenos Aires 1898, 2a sección. Ciencias Naturales.

***) Trouessart. Catalogus Mammalium. Berlin 1897, S. 286.

†) Auch die andere kleine Fischotter, *Lutra paranensis* Rengger, heisst „Nutria" oder „Lobo del rio" [„Flusswolf"] (Burmeister. Reise durch die La Plata-Staaten. 2. Band, Halle 1861, p. 410) oder „Lobo acuatico" [„Wasserwolf"] (Burmeister. Description physique de la République Argentine. Tome III. Buénos-Ayres 1879, p. 167. — Lahille l. c.). — „Nutria" (Lahille l. c. schreibt noch speciell „Nutria de rio" [„Fluss-Nutria"]) wird in Argentinien von der Bevölkerung spanischer Zunge auch der Schweifbiber, *Myocastor coypus* Molina, genannt, weil er irriger Weise für eine Fischotter gehalten wird (Burmeister. Reise etc. p. 416; id. Description etc. p. 236); gegenwärtig liest man aber schon in spanischer Litteratur für Fischotter, als Fremdwort cursiv gedruckt, das lateinische Lutra, von dem sich Nutria abgeleitet hat. „Coypu" (araukanisches Wort) heisst der *Myocastor* nur in Chile (Burmeister. Reise etc. p. 416. — id. Description etc. p. 236); Gay l. c. p. 47 giebt als seinen chilenischen Vulgärnamen das araukanische „Guillin" („ghùyllin-Nutria" bei Febres [s. w. u.]).

Beide Thiere finden sich bis zur Magellanenge, ja *Myocastor* bis zum Canal Beagle (Lahille l. c.) —

††) Febres, Andres. Arte de la le[illegible]d del reyn[o de] Chile. Lima 1765.

giebt er an: „Coypu, Chimchimem“; für „Coypu“: „Animal de rio como gato“ [„Flussthier wie eine Katze“]; für „Nutria“: “ghùyllin“. — Luis de la Cruz*) nennt 1806 in seiner Naturgeschichte des von den Pehuenchen (Araukanern) bewohnten Andengebietes auch „guillines ó chimchimenes, que son una especie de gatos marinos“ [„g. oder ch., welche eine Art Meerkatzen sind“].

Coypu bezeichnet also jedenfalls den *Myocastor* und Guillin entweder diesen oder die *Lutra felina;* Chimchimem ist also entweder ein anderer Name für die letztere oder vielleicht überhaupt nicht araukanischen Ursprungs; in dem ältesten Wörterbuche der araukanischen Sprache von dem Pater Valdivia aus dem Jahre 1606 steht es nicht. Ich habe nämlich, um ermitteln zu können, was es mit dem von Ameghino erwähnten geheimnissvollen Thier „Jemisch“ für eine Bewandtniss hat und was für ein Thier es eigentlich sein könnte, einen Theil der auf Patagonien bezüglichen Litteratur durchgesehen und namentlich die linguistischen Arbeiten und Vocabularien zu Rathe gezogen. Nur zwei Male konnte ich hier ein solches oder ähnliches Wort antreffen und ich glaube nicht, dass es sich sonst noch irgendwo finden dürfte. In den sämmtlichen Vocabularien der Yahgan- und Alakalufsprache, die überhaupt bekannt sind und von deren Citirung ich hier absehe, steht es nicht, ebensowenig in denen der Pampasprache, für welche mir ausserdem noch Herr Lafone Quevedo sein noch unpublicirtes Material zur Verfügung stellte (s. Anhang). Für die patagonische Sprache stand mir ausser den gedruckten im Anhang aufgeführten Wörterbüchern bis auf das von Schmid noch unpublicirte der Herren Speggazini und Lafone Quevedo und ein von mir selber aufgenommenes zur Einsicht, aber ein Wort wie „Jemisch“ findet sich nur an zwei Stellen. Es scheint also der patagonischen Sprache anzugehören. Diese beiden Stellen sind folgende.

Zunächst giebt 1879 Moreno**) in seinem Vocabularium

---

*) de la Cruz, Luis. Descripcion de la naturaleza de los terrenos que se comprenden en los Andes, poseidos por los Peguenches etc. „Coleccion de obras y documentos relativos á la historia antigua y moderna de las provincias del Rio de La Plata, ilustrados con notas y disertaciones por Pedro de Angelis“, Buenos Aires 1836—1837. Tomo I, 3, p. 24—25. —
Dieses Sammelwerk Angelis' wird weiterhin als „Col. Angelis“ abgekürzt bezeichnet werden.

**) Moreno, Francisco P. Viaje á la Patagonia Austral emprendido bajo los auspicios del Gobierno Nacional 1876—1877. Tomo primero. Buenos Aires 1879, p. 395.

der patagonischen Sprache: „Yem'chen = Tigre del agua (Lutra)“ [„Y. = Wassertiger (Fischotter)“], während er für „Nutria“ (womit also jedenfalls der *Myocastor coypus* gemeint ist) „Choch'eg“ anführt; und im Texte des gleichen Werkes sagt er p. 66:

„In den Flüssen des Innern [von Santa Cruz] lebt eine Lutra, welche die Indianer „Wassertiger“ („Tigre del agua“) nennen. Ich besitze ein ausgestopftes Fell, welches die Mapuche [Araukaner] mir in Caleufu schenkten mit der Angabe, das Thier im Süden von Tequel-Malal, d. h. im Territorium Chubut erlegt zu haben; es ist die *Lutra chilensis* oder Huillin, welche für diesen Theil Patagoniens noch nicht gemeldet worden ist. Im Rio Chubut sind sie sehr selten und ebensowenig sind sie im Rio Negro häufig; man kennt sie [dort] unter dem Namen „Kleiner Wasserwolf“ („Lobito de agua“).“ —

Späterhin 1885 führt auch Lista*) in einer patagonischen Wörtersammlung auf: „Nutria (Lutra): Jémechim“.

Es scheint also „Chimchimem“ Febres, „Chimchimen“ de la Cruz und Gay, „Jémechim“ Lista, „Yem'chen“ Moreno, „Jemisch“ Carlos Ameghino dasselbe Wort zu sein und Fischotter (*Lutra felina* Molina) zu bedeuten.

Freilich können wir die Identificirung dieses Wortes mit dem spanischen Vulgärnamen „Tigre del agua“ („Wassertiger“) wohl auf eine irrthümliche oder vielmehr nicht ganz correcte Auffassuug einer bereits von Ameghino citirten Stelle bei Musters zurückführen; es handelt sich bei Musters um den Uebergang eines Flusses in der Nähe des Nahuel-Huapi-See, und er schreibt (1871):**)

„Die Indianer behaupteten, in dem tieferen Theile unterhalb der Furt sei es unmöglich, über den Fluss zu schwimmen, weil es dort gewisse Raubthiere gäbe, die sie Wassertiger — „Tigres del agua“ — nannten; diese würden sicherlich jeden Menschen, der sich ins Wasser wagte, anfallen und verschlingen. Sie beschrieben dieselben als gelbe Vierfüssler, grösser als der Puma. Gewiss ist, dass wir zwei Strausse, die wir nicht brauchen konnten, weil sie zu mager waren, und die wir deshalb auf dem hohen Ufer hatten liegen lassen, am nächsten Tage, zerrissen und halb aufgefressen, in dem seichten Wasser fanden, und zum Wasser hinab führten, deutlich

---

*) Lista, Ramon. Vocabulario Tzoneka ó Tehuelche. „Revista de la Sociedad Geográfica Argentina“, Tomo III, 1885, p. 334—335.

**) Musters. At home with the Patagonians. London 1871, p. 99. — id., second edition, London 1873, p. 104—105. — Deutsche Ausgabe: M. Unter den Patagoniern. Jena 1873, p. 109—110.

sichtbar, die Fährten eines Thieres, die denjenigen eines grossen Puma glichen; aber der Puma schleppt seine Beute stets zu einem Busche, und der Jaguar geht zwar gern ins Wasser, aber ich habe noch nie gehört, dass er seine Beute anderswo als auf dem Lande verzehre, auch findet er sich, soviel ich weiss, nicht soweit südlich. Das Thier mag wohl eine Art der grossen braunen Fischotter sein, die auf der Brust einen orangefarbenen Pelz hat, und die sich im Flusse Paraná findet; die Erzählung der Indianer ist jedoch deshalb merkwürdig, weil sie auf den Namen des Seees „Nahuel-Huapi" oder „Tiger-Insel" hinweist. Es ist möglich, dass auch die Aguarra*), die im Thale des Rio Negro vorkommt, diese Gegenden heimsucht."

Musters erwägt also denkbarst sachlich die Frage, was der „Wassertiger" der Indianer für ein Thier und vermuthet nur ganz nebenbei, dass es die Fischotter sein könnte. Moreno hat dann 1879 wohl irrthümlicher Weise diese Vermuthung übernommen und daraus an der eben citirten Stelle eine Thatsache gemacht. Dies finden wir dann auch sonst noch in der argentinischen Litteratur. Im Tagebuch der Reise Gardiners an den Lago Argentino (1867) heisst es von einer Lagune im Territorium Santa Cruz: „An dieser Stelle sahen wir ein sehr seltenes Thier, von der Grösse eines Hundes und dunkler Farbe, aber ich konnte nicht herausbekommen, was für ein Thier es war", und Gouttes**), der dieses Tagebuch 1879 veröffentlichte, bemerkt dazu in einer Fussnote: „Es ist der Wassertiger (Fischotter) [„Tigre del agua (Lutra)"], ebenfalls von dem Capitän Musters gesehen." — Lista***) wiederholt dann 1879 und 1880 diese Angabe: „Die Lutra, der Wassertiger, wie die Indianer dieses Thier nennen, figurirt nach dem Hirsch unter den bemerkenswerthesten Thierspecies des Quellgebietes des Rio Chico [Territorium Santa Cruz].

Sie ist von dunkler Farbe und ein wenig grösser als die *Lutra platensis*.

---

*) Aguarra = Canis jubatus Desm. — Anm. von L.-N. —

**) Gouttes, Enrique. Descubrimientos geográficos en la Patagonia (Diario de exploraciones del Rio Santa Cruz en 1867 por G. H. Gardiner, copiado del original existente en el Ministerio de la Guerra por el General D. Gerónimo Espejo, publicado y anotado por Enrique Gouttes). „Boletin del Instituto Geográfico Argentino", Tomo I, 1881, p. 29—35.

***) Lista Ramon. La Patagonia Austral (Complemento del „Viaje al pais de los Tehuelches") Buenos Aires 1879, p. 53—54. — id. Mis exploraciones y descubrimientos en la Patagonia 1877—1880. Buenos Aires 1880, p. 90—91.

Einige Reisende identificiren sie mit der *Lutra chilensis*, aber ich bin geneigt zu glauben, dass sie eher eine besondere und für Süd-Patagonien eigenthümliche Species ist."

Es erscheint mir somit wahrscheinlich, dass die angeführten Autoren nur aus Missverständniss des Musters-schen Passus der *Lutra felina* Mol. (= Jemisch etc.) den spanischen Vulgärnamen „Tigre del agua" oder „Wassertiger" beigelegt haben; ebensogut hätten sie unter Berufung auf die letzte Zeile der betreffenden Stelle dies mit dem Aguarra (*Canis jubatus* Desm.) thun können. Ameghino hat also auch nicht Recht, das von seinem Bruder erwähnte Wort Jemisch ohne weiteres gleich dem Musters'schen „Tigre del agua" zu setzen (siehe jedoch späterhin). Die Frage lautet also jetzt: Was ist dieser „Wassertiger" für ein Thier?

Versuchen wir zunächst indirekt, an Hand der Namen der ev. in Betracht kommenden Thiere in den einheimischen fünf Sprachen dieser Frage nachzugehen, soweit dies nach dem dürftigen linguistischen Material überhaupt möglich ist. Um mit den beiden feuerländischen Sprachen von vornherein fertig zu werden, so finden wir nur die Worte für die Fischotter angegeben; sie heisst in Yahgan „Hiăp'pŏ" *), „Ayapou und Yapou" **), „Aia-puck" ***); in Alakaluf „Hiăp'pŏ" †), „Ayapouh ††) oder „Laldalkaous. †††) Die Worte für die anderen gleich zu besprechenden Thiere fehlen in diesen beiden Sprachen. Für die Pampasprache wird ein Wort für die Lutra nicht mitgetheilt und die Bezeichnungen, welche dieses Thier im Patagonischen und Araukanischen führt, haben wir schon vorhin durchgegangen.

Der Puma (*Felis puma* Molina), der weiterhin in Betracht kommt, heisst in Pampa „Xayna (haajna)" *†),

*) Fitz-Roy. Narrative of the surveying voyages of H. M. Ships Adventure and Beagle between the years 1826 and 1836. Appendix to vol. II, p. 135. London 1839.

**) Mission scientifique au Cap Horn 1882—1883. Tome VII. Paris 1891, p. 268, 285.

***) Bove, Giacomo. Expedicion Austral Argentina. Informes preliminares, presentados á S. S. E. E. los Ministros del Interior y de Guerra y Marina de la República Argentina. Buenos Aires 1883, p. 164.

†) Fitz-Roy l. c.

††) Mission scientifique l. c. p. 276.

†††) Mission scientifique l. c. p. 278.

*†) Milanesio. La Patagonia. Lingua, industria, costumi e religione dei Patagoni. Buenos Aires 1898, p. 22.

"Haina" *); im Patagonischen „Gol" **), „Galln" ***), „Gool" †), „Gol (Guol)" ††), „Goll" †††) und dieses Wort findet sich auch als Component von Ortsnamen: Lista*†) erwähnt eine Stelle in der Nähe des Rio Deseado „Gol-aiken", — „Puma-Ort", und Burmeister Sohn*††) (welcher „Gol-aik" schreibt) bestimmte die geographische Länge und Breite dieser Stelle. — Betr. des Araukanischen konnte ich bei meinem geschätzten Freunde, Herrn Professor Dr. Rudolf Lenz aus Santiago de Chile, Autorität auf dem Gebiete dieser Sprache, mündlich Erkundigungen einziehen, ohne dass er wusste, worum es sich für mich handelte. Er sagte mir, dass „Pangi", welches Febres l. c. mit „leon" übersetzt, zweifellos der Puma (*Felis puma* Molina) ist, wie es auch Gay l. c. p. 65 angiebt. „Dieses Wort „pangi" wird aber heute fast nur als Component von Eigennamen gebraucht. Heutzutage bezeichnen den Puma die Mapuche (Araukaner) in der Cordillere als „trapial", bei Collipulli als „ngen mapu", „der Herr des Landes". Trapial steht nicht in den alten araukanischen Wörterbüchern und scheint aus der Pampa*†††) zu stammen, also nicht araukanischen Ursprungs zu sein.†*)

Der Puma kann also der „Wassertiger" nicht sein.

Offenbar ist es dasselbe Raubthier, das, wie Musters erzählt (a. a. O.), nach den Angaben der Indianer in der Nähe des Lago Nahuel-Huapi vorkommen soll, bei ihnen sehr gefürchtet ist und nach dem zweifels-

---

*) Lafone Quevedo. Unpublicirtes Material.

**) Musters l. c. Appendix A. — Ibar Sierra, Enrique. Relacion de los estudios hechos en el estrecho de Magallanes y la Patagonia Austral durante los últimos meses de 1877. „Anuario hidrográfico de la Marina de Chile", año V, 1879. Santiago. Apendice, p. 7—60.

****) Moreno l. c. p. 391.

†) Lista, Ramon. Viaje al pais de los Tehuelches. Buenos Aires 1879, p. 81. — id. Mis esploraciones y descubrimientos en la Patagonia 1877—1880. Buenos Aires 1880, p. 128.

††) Milanesio l. c. p. 22.

†††) Lafone Quevedo. Unpublicirtes Material.

*†) Lista, Ramon. Esploracion de la Pampa y de la Patagonia Buenos Aires 1885, p. 40.

*††) Burmeister, Carlos V. Expedicion á Patagonia por encargo del Museo Nacional. „Anales del Museo Nacional de Buenos Aires", Tomo III, p. 302. 312.

*†††) Vielleicht aus dem Quichua? L.-N.

†*) Dieselbe Angabe z. Th. bereits in: Lenz. Estudios Araucanos. „Anales de la Universidad de Chile", 1895—1897. Buchausgabe. In Kommission bei K. W. Hiersemann, Leipzig, p. 197, Anm. 8.

ohne dieser See und speciell die darin befindliche Insel benannt worden ist. Denn „Huapi“ heisst im Araukanischen „Insel“, „Nahuel“: „Tiger“. So übersetzt dieses Wort Febres und wir können auch genau feststellen, was „Nahuel“ zoologisch ist. Nach Erkundigungen des Herrn Lenz bei Indianern „ist nawel dasselbe Thier, das man auf spanisch tigre, mapuchisirt tingre, bezeichnet. Es existirt in Chile nicht, soll aber am Ostabhang der Cordilleren bis zum Territorium Neuquen vorgekommen sein. Es ist zweifellos der Jaguar, *Felis onça* L.“ Soweit die Auskunft des Herrn Lenz, die z. Th. bereits sich gedruckt vorfindet.*) — Für die patagonische Sprache giebt Moreno 1879**): „Tigre = Halschehuen“, Milanesio 1896***) „Tigre = Kalvún“. Da der letztere aber das gleiche Wort Kalvún auch für die Pampasprache aufführt und es in diesem Idiom nach Lafone Quevedo†) „Hallú“ lautet, so ist, wenn Milanesio's Mittheilungen richtig sind, vielleicht wahrscheinlich, dass im Patagonischen das eigentliche Wort für Tiger „Halschehuen“ gelautet, und nachher, als das Thier selbst den südlichen Pataponiern unbekannt geworden, diese es nur noch dem Namen Kalvún nach von den nördlichen Pampas her kannten. Auffallend bleibt nur, dass dieses Wort Kalvún auch als araukanischer Eigenname vorkommt: so heisst z. B. der Indianer, welchem Lenz einen grossen Theil seiner Märchen und Erzählungen verdankt.

Sind wir bisher indirekt vorgegangen, um zu erfahren, was der „Tigre del agua“ für ein Thier ist, so giebt uns der Pater Thomes Falkner††) einen direkten Beweis. Er schreibt:

„Auf meiner ersten Reise im Jahre 1752 am Paraná,

---

*) Lenz. Estudios Araucanos etc. p. 189, Anm. 1.
**) Moreno l. c. p. 395.
***) Milanesio l. c. p. 23.
†) Lafone Quevedo. Unpublicirtes Material.
††) Falkner, Thomes. A Description of Patagonia and the adjoining parts of South America. Hereford 1774, p. 62—63. — id. Deutsche Uebersetzung: Beschreibung von Patagonien und den angrenzenden Theilen von Südamerika aus dem Englischen des Herrn Thomas Falkner. Nebst einer neuen Karte der südlichen Theile von Amerika. Gotha, bei Carl Wilhelm Ettinger, 1775, p. 80—81. — id. Französ. Uebersetzung: Description des terres magellaniques et des pays adjacens. Traduit de l'Anglois par M. B. Genève et Paris, 1787, I, p. 99—102. — id. Spanische Uebersetzung: Description de Patagonia y de las partes adyacentes de la America Meridional. „Col. Angelis“, I, 4, p. 14—15

wohin ich gegangen war, um Bauholz zu fällen, ging ich an den Flussufern spazieren, als die Indianer plötzlich „yaquaru, yaquaru“ ausriefen. Ich blickte auf und sah ein grosses Thier in dem Augenblick, wo es sich vom Ufer in das Wasser stürzte. Aber die Zeit war zu kurz, um es mit einiger Sicherheit examiniren zu können.

Es heisst „yaquaru“ oder „yaquaruigh“, was in der Sprache dieser Gegend „Wassertiger“ bedeutet. Nach der Beschreibung der Indianer hat es die Grösse eines Esels, die Gestalt eines grossen ungeheuren Wasserwolfes oder Fischotters, scharfe Krallen, kräftige Reisszähne, dicke und kurze Beine, langes, rauhes Haar, einen langen, spitz zulaufenden Schwanz.

Die Spanier beschreiben es etwas anders; der Kopf sei lang, die Schnauze spitz, ähnlich der eines Wolfes, die Ohren steif und aufgerichtet. Diese Verschiedenheit in der Beschreibung kann daher kommen, dass es so selten gesehen wird und auch dann so plötzlich verschwindet; oder vielleicht giebt es zwei Species von diesem Thier. Ich halte diese letzte Erzählung für die am meisten authentische, da ich sie von glaubwürdigen Personen erhalten habe, die mir versicherten, diesen Wassertiger mehrere Male gesehen zu haben. Er findet sich immer in der Nähe des Flusses, auf einer Sandbank liegend, von wo er sich bei dem geringsten Geräusch sofort ins Wasser stürzt.

Er richtet grosse Vernichtung an unter dem Vieh, welches den Paraná passirt; denn grosse Herden passiren ihn jedes Jahr, und gewöhnlich geschieht es, dass die Bestie einige davon anfällt. Wenn die Beute erst einmal gepackt ist, wird sie nicht wieder gesehen; und die Lungen und Eingeweide sieht man bald auf dem Wasser schwimmen.

Er lebt in den grössten Tiefen, speciell in den Strudeln, die durch das Zusammenfliessen zweier Ströme hervorgebracht werden und schläft in den tiefen Höhlen, die sich in den Uferbänken befinden.“

Die Beschreibung der Indianer ist nun zwar meines Erachtens genauer wie die der Spanier, die wieder Charaktere eines anderen Thieres, der Fischotter, hereinbringen, z. B. die Angabe über das Wohnen in den Wasserstrudeln. Das macht aber nichts. Die Hauptsache für uns ist, dass der „Wassertiger“ der Spanier nichts anderes ist als der ‚yaquaru, yaquaruigh‘ oder J a g u a r der Eingeborenen! Wassertiger statt einfach Tiger scheint ein Pleonasmus zu sein.

Die Etymologie des Wortes „Jaguar" giebt uns diesbezüglich keine genaue Auskunft. Montoya*) giebt 1640 die Namen für folgende hier in Betracht kommende Thiere. In Guarani heisst:

„Zorro" (*Canis jubatus* Desm.): Aguará, Aguará guaçú. [Etym. nach Montoya selbst: agûa rund; rá Wolle, wollig. — guaçú adj. gross].

„Perro" (*Canis familiaris* L.): Yagua, Aguaratĩ. [Für Yagua giebt Montoya leider keine Etymologie. — tĩ weiss].

„Leon" (*Felis puma* Mol.): Yagua pŷtã, Yaguatĩ. [pŷtã bunt, braun-violett].

„Tigre" (*Felis onça* L.): Yaguareté, Yaguapŷnĩ, Mehaĩ [Yagua Hund; r dient zur Bindung; eté wirklich, eigentlich. — pŷnĩ Fleck, Farbe. — Me männlich, kräftig; haĩ sauer, herbe, schroff].

„Onça" (dto.): Guacú arã, Yaguareté [Guaçu subst. Wild; arã adj., das ich bei Montoya nicht finden kann].

Auch heute noch**) heisst der Hund im Guaraní Yaguá, die *Felis onça* Yaguareté; was daher Ambrosetti***) von einem angeblichen Wechsel in der Bezeichnung für diese beiden Thiere vorbringt, ist unrichtig. Yagua ist der Hund, Felis onça „der eigentliche Hund", der „gefleckte Hund"; Yagua pŷtã, „der bunte Hund", wird wohl auch eher auf sie als auf den Puma gehen.

Ob die Worte Aguará und Yagua denselben Stamm haben und das letztere Wort mit Y = Wasser guaranit. zusammengesetzt ist, weiss ich nicht. — Sicher ist, dass das in den zoologischen Werken und allgemein gebräuchliche Jaguar eine Abkürzung für Yaguareté darstellt. —

Das Verbreitungsgebiet des Jaguar ist heute allerdings viel weiter nach Norden eingeschränkt und das Thier überhaupt seltener geworden. Nach Brehm†) ist sein Verbreitungskreis von Buenos Aires und Paraguay an nach Norden und er selbst gegenwärtig überall weit

---

*) Ruiz de Montoya, P. Antonio. Vocabulario de la lengua Guarani. Madrid 1640. Neudruck von J. Platzmann, Leipzig 1876.

**) [P. Handel]. Praktischer Führer zur Erlernung des Guarani. Ohne Ort und Jahreszahl. — Modern.

***) Ambrosetti, Juan B. Notas biológicas. VII. El Tapir (*Tapirus Americanus*) en Misiones. „Revista del Jardin Zoologico de Buenos Aires", Tomo I, Entrega 11, 1893, p. 344.

†) Brehm. Thierleben. Grosse Ausgabe. 2. Auflage. 1876. Band I, p. 411.

seltener, als er es früher war, auch schon weit seltener als zu Ende des vorigen Jahrhunderts. Nach Burmeister*) findet er sich nur im östlichen Gebiet der La Platastaaten, nach Lahille**) ist er jetzt für Argentinien auf die nördliche Region von Formosa und die nordöstliche von Entre-Rios beschränkt und sehr spärlich. Indess kann man auch noch für heute seine südlichste Grenze an den Rio Colorado verlegen, wenn er freilich je mehr nach Süden desto seltener ist. Seiner Lebensweise nach wird es sich um besonders weit gewanderte einzelne Exemplare handeln. Nach d'Orbigny***) reicht es nach Süden nur bis zum 40. Breitengrade und überschreitet selten, in den Pampas, die Umgegend der Kette von Tandil. Doering†) führt ihn auf unter der Fauna der Flüsse, Seeen und unmittelbaren Ufergegenden der zwischen dem Rio Colorado, Rio Negro und Rio Neuquen gelegenen Region Nord-Patagoniens; jenseits des oberen Rio Colorado scheint er sehr spärlich zu sein, und im Gebiete Rio Negro selber hat die Expedition, welcher Doering angehörte, seine Spuren nicht beobachtet. In einer späteren Notiz giebt Burmeister††) an, dass er in ganz Patagonien südlich vom Rio Colorado und in der Cordillere fehlt. In den modernen Reisewerken über Patagonien südlich dieses Flusses, von deren Aufzählung ich in Folge dessen absehe, wird daher seiner auch nicht mehr Erwähnung gethan.

Gehen wir nun speciell von Norden nach Süden die Stellen durch, für die er gemeldet wurde oder wird.

In der Provinz Buenos Aires weisen sehr viele Zeichen auf ihn hin. Im Jahre 1537 wurden „Tiger, Unzen und Löwen“ um das damalige Fort Buenos Aires so zur Plage, dass niemand ohne Bedeckung heraus konnte, um seine Notdurft zu verrichten†††). 1770 wird als Jagdwild der Indianer in dieser Provinz u. a. „Löwen,

---

*) Burmeister. Reise durch die La Plata-Staaten. 2. Band. Halle 1861. p. 397.

**) Lahille l. c. p. 13.

***) D'Orbigny, Alcide. Voyage dans l'Amérique Méridionale. Paris et Strasbourg 1847. Tome IV, 2. Mammifères. p. 21. — (Hiernach die Citate bei: Elliot, Daniel Giraud. A Monograph of the Felidae or family of the Cats. 1883. — Alston, Edward L. Biologia Centrali-Americana. Mammalia. Vol. I. 1879—1882, p. 58. — Trouessart. Catalogus Mammalium. Berlin 1897, p. 353).

†) Doering, Adolfo. Zoologia. „Expedicion al Rio Negro. Buenos Aires 1881,“ Ia parte, p. 26.

††) Burmeister. Description physique de la République Argentine. Tome III. Buénos-Ayres 1879, p. 120.

†††) Rui Diaz de Guzman. Historia de Argentina etc. „Col. Angelis“, I, 1, p. 39.

Tiger" etc. angeführt*). 1822 traf Garcia**) auf seiner Expedition zur Sierra de la Ventana (Provinz Bs. As.) in der Nähe einer waldumsäumten Lagune „wilde Thiere, wie Tiger, Leoparden etc.". 1879 traf den Jaguar Doering***) in der Nähe der Lagune Marra-Có, 12 Leguas von der atlantischen Küste, von Bahia Blanca entfernt, Holmberg†) meldet ihn von der Sierra Curá Malal. Ende der 80er Jahre wurden in Callaqueo, 20 Leguas westlich von Bahia Blanca, zwei Tiger getötet, der eine lassirt, der andere an Gift verendet aufgefunden, das man für Pumas, Füchse und Geier gelegt hatte††). Bei Tornquist, wenige Stunden nördlich von Bahia Blanca, wurde der letzte ebenfalls Ende der 80er Jahre erlegt.†††)

1796 erwähnt Azara*†) zwei Lagunen des Namens „Cabeza del Tigre" („Tigerkopf") (und die eine davon heisst nach Latzina*††) auch heute noch so), Garcia*†††) 1822 eine Lagune „tigre tuerto" („einäugiger Tiger") in dieser Provinz. Heutzutage führen nach Latzina†*), immer in der Provinz Buenos Aires, den Namen „Tigra" („Tigerin"): 1 Estancia (Farm), 1 Eisenbahnstation, 2 Flüsse, 6 landwirthschaftliche Etablissements und 10 (!) Lagunen; den Namen „Tigre" („Tiger"): 2 Estancias (Farmen), 1 Centro agricola, 1 Wasserfall, 10 (!) Lagunen, 1 Fluss (der Nebenarm des Las Conchas, welcher mit dem Luján eine Insel, ebenfalls des Namens „Tigre", einfasst) und 1 Ortschaft (rechts an der Mündung dieses Flusses Tigre dicht bei Buenos Aires gelegen); „Tigre chico" („kleiner Tiger") und „Tigre grande" („grosser Tiger") heissen 2 Lagunen, „Los Tigres" („die Tiger"), ein landwirthschaftliches Etablissement, „Nahuel Mapu" (araukanisch; Mapu = Land),

*) Hernandez. Diario de la expedicion contra los indios Teguelches etc. „Col. Angelis", V, 4, p. 60.

**) Garcia. Diario de la expedicion de 1822 á los campos del sud de Buenos Aires etc. „Col. Angelis", IV, 12, p. 57.

***) Doering l. c. p. 26.

†) Holmberg, Eduardo L. La Sierra de Curá-Malal. Buenos Aires 1884, p. 74.

††) Barés, Juan S. El cielo y la tierra ó sea un poco de todo. Buenos Aires 1893, p. 171—174.

†††) Matschie. Die von Herrn Paul Neumann in Argentinien gesammelten und beobachteten Säugethiere. „Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin", Jahrg. 1894, No. 2, Sitzung vom 20. Februar, p. 57—64. (Hiernach auch bei: Matschie. Säugethiere d. Hamburger Magalhaensischen Sammelreise. Hamburg 1898, p. 12). — Nachträglicher Zusatz zur Heftausgabe.

*†) Azara. Diario de un reconocimiento de las guardias y fortines que guarnecen la linea de frontera de Buenos Aires. „Col. Angelis", VI, 4, p. 11—12.

*††) Latzina. Diccionario Geografico Argentino. 3a edicion. Buenos Aires 1899. p. 78.

*†††) Garcia l. c. p. III.

†*) Latzina l. c. p. 711.

eine Lagune und „Nahuel rucó“ (araukanisch; rucó wohl irrthümlich für ruca, Haus, wie diesen Namen auch Garcia*) schreibt) eine Estancia in der Provinz Bs. As. Also zusammen heutzutage 43 geographische Namen, von denen sich 29, also mehr als zwei Drittel, auf Gewässer beziehen. Besser kann die Lebensgewohnheit des Jaguar nicht ausgedrückt werden.

Auch in der Pampa Central führt nach Latzina**) eine grosse Lagune den Namen „Nahuel Mapu“. Bei China Muerta konnte ein Mann aus der Begleitung Ambrosettis***) sich gerade noch zu Pferde vor dem Angriffe dieses Raubthieres retten. An den Ufern des Rio Colorado, gewöhnlich in der Nähe der grossen Gestrüppe von *Gynerium*, fand Doering†) viele Spuren von ihm. In der Nähe der Bahnstation Colorado auf der zum Territorium Rio Negro gehörenden Südseite des gleichnamigen Flusses wurde 1897 eine Tigerin getödtet, wie mir von glaubwürdiger Seite erzählt wurde.

Zur Zeit scheint *Felis onça* im Gebiete der eigentlichen Pampa weiter südlich herabzukommen als westlich im Gebiete der Cordillere. Von hier wenigstens ist mir als südlichster Punkt die Sierra Pintada bei San Rafael (Provinz Mendoza) bekannt, in der geographischen Höhe von Buenos Aires gelegen, wo, wie man mir mittheilte, 1895 ein Exemplar geschossen wurde.

In Neuquen giebt es nach Latzina††) einen „Paso de Nahuel Huapi“ („N. H.-Pass“), der zu dem schon im Territorium Rio Negro gelegenen See gl. N. führt, der 1610 von den Missionären Chiloes entdeckt wurde. — In Chile heisst der zwischen den Flüssen Bio-Bio und Cautin sich erstreckende Grat der Sierras intermedias (in der Höhe des argentinischen Territoriums Neuquen) „Nahuel vuta“ (arauk.; vuta=gross)†††). Der südwestliche Teil der chilenischen Bai Ralun heisst „Nahuel Huapi“ (etwa in gleicher Höhe wie der gleichnamige See gelegen), ebenso ein im Eingang zu dieser Bai befindlicher Felsgipfel *†).

---

*) Garcia l. c. p. V.

**) Latzina l. c. p. 439.

***) Ambrosetti, Juan B. Viaje á la Pampa Central. „Boletin del Instituto Geográfico Argentino“, XIV, 1894, p. 364—365.

†) Doering l. c. p. 26.

††) Latzina l. c. p. 439.

†††) Asta-Buruaga, Francisco Solano. Diccionario jeográfico de la República de Chile. Nueva York 1867, p. 227.

*†) Serrano, Ramon. Derrotero del Estrecho de Magallanes, Tierra del Fuego i Canales de la Patagonia. Santiago de Chile 1891, p. 381—382. 472.

In den von Lenz gesammelten Thiersagen der Araukaner spielt auch der Jaguar seine gewichtige Rolle*) und kommt darin auch zusammen mit dem Puma vor**). Nach dem gleichen Autor***) findet sich sein araukanischer Name Navel in vielen geographischen Namen und sehr häufig als zweiter Bestandtheil indianischer Eigennamen, gewöhnlich abgekürzt zu Nau oder Nao. Solche araukanische Eigennamen führt z. B. 1770 Hernandez†) von argentinischen Kaziken an: Lepin Nahuel, Lincon Nahuel, Lican Nahuel u. s. w.

Weiter südlich als die bisher angegebenen Grenzen können wir araukanische geographische Namen wegen Aufhörens des Gebietes dieser Sprache nicht mehr erwarten. Leider geben aber die Angaben über die Pampa- und patagonische Sprache weiter keinen Aufschluss, und auch Latzina hat in seinem angezogenen Werke Patagonien arg vernachlässigt. Erst für das Territorium Santa Cruz verfüge ich wieder über Angaben, um so wichtiger aber, weil ja den gleichnamigen Fluss herunter, wie Herr Carlos Ameghino schreibt*), ein „Jemisch" geschwommen kam und zur Benennung einer Stelle „Jemisch-Aiken" Veranlassung gab.

Es war im Territorium Santa Cruz, wo Moreno sein patagonisches Vocabularium aufnahm, in welchem Halschehnen = Tiger aufgeführt wird††). Eine Erhebung an der atlantischen Küste, 52 km nördlich vom Rio Gallegos, also fast 52° südl. Breite, heisst „Monte Tigre"†††). Allerdings weiss ich nicht, ob die in die chilenische Bai San Rafael (in gleicher Höhe mit der Nordgrenze des Santa Cruz-Territoriums) sich hineinerstreckende Landzunge „Punta Leopardo" von einem Jaguar oder einem Schiffe Leopard ihren Namen hat*†). Eine directe Notiz aber stammt aus dem Jahre 1780. Die Indianer, welche

---

*) 1. Lenz. Estudios Araucanos etc. p. [illegible] und p. [illegible] Anm. — id. Araukanische Märchen und Erzählungen. Mitgetheilt von Segundo Jara (Kalvun). S.-A. aus „Verhandlungen des Deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago", Band III, 1896. In Commission bei Karl W. Hiersemann, Leipzig. p. 41.

2. Lenz. Estudios Araucanos etc. p. [illegible].

**) Lenz. Estudios Araucanos etc. p. [illegible] ff. p. [illegible]. — id. Araukanische Märchen etc. p. 39 ff.

***) Lenz. Estudios Araucanos etc. p. [illegible], Anm. 1.

†) Hernandez l. c. p. 35.

††) Moreno l. c. p. [illegible].

†††) Ambrosetti, Juan B. Notas biologicas X. El Jaguar ó Yaguareté (Felis onca L.) „Revista del Jardin Zoologico de Buenos Aires", Tomo II, 1894, Entrega 2, p. 45.

*†) Serrano l. c.

Viedma den Santa Cruz-Fluss herauf begleiteten, machten ihm Mittheilungen über Flora und Fauna des Landes und erwähnten hierbei wohl unterschieden „el tigre ó [oder] nahuel (*Felis onça*), el león ó pagi (*Felis Puma*)“ etc.*) Erzählungen und Sagen der Indianer namentlich aus dem Territorium Santa Cruz, die jedenfalls auf den Jaguar zurückgehen, sind im dritten Kapitel dieser Arbeit zusammengestellt. Auf die Funde von *Felis onça* L. aus der Eberhardt-Höhle, welche in der Nordenskiöld'schen Publication[23] beschrieben sind, lege ich weniger Wert, da es sich hier vielleicht (s. bereits früher die Anm. p. 21) um das ausgestorbene grosse Raubthier handelt, welches Roth[24] als *Jemisch Listai* beschrieb; dafür sprechen die bedeutenden Grössenverhältnisse der Stücke. Das schliesst aber nicht aus, dass bei späteren Untersuchungen in der Höhle sich noch Reste vom Jaguar finden können.

Es ist also einerseits an der Uebersetzung des Wortes „Nahuel“ mit Jaguar gar kein Zweifel, andererseits das ehemalige weite südliche Vorkommen dieses Thieres noch bis zu Ende des 18. Jahrhunderts und vielleicht bis direct zur Magellanstrasse dargethan. Sein Zurückgehen nach Norden zu braucht sich durchaus nicht gleichmässig vollzogen zu haben; vielleicht hat sich gerade in Santa Cruz das Thier auf isolirtem Gebiete am längsten erhalten, wofür die eben angegebenen Daten und der Brief von Carlos Ameghino sprechen würde, wonach ja der „Wassertiger“ nur mehr auf die Flüsse und Seen hauptsächlich dieses Gebietes beschränkt sein soll. Gewiss wird es sich um einzelne weit abgekommene Individuen handeln, die Wanderlust oder ein Zufall weit vom Norden herunter geführt hat. Bei der Lebensweise des Thieres kann das nicht befremden.

Nach Burmeister**) findet sich der Jaguar „namentlich in der Nähe der grossen Ströme, wo er besonders in den Walddistricten des Sumpflandes zu Hause ist“. Nach Brehm***) „bewohnt er die bewaldeten Ufer der Ströme Flüsse und Bäche, den Saum der Waldungen, welche nahe an Sümpfen liegen, und das Moorland, wo über 2 m hohe Gras- und Schilfarten wachsen. Auf offenem Felde und im Inneren der grossen Wälder zeigt er sich selten und nur, wenn er aus einer Gegend in die andere

---

*) Viedma. Diario de un viage á la costa de Patagonia. „Col. Angelis“, VI, 15, p. X.

**) Burmeister. Reise etc. p. 397.

***) Brehm l. c. p. 411.

zieht.“ Von glaubwürdiger Seite wurde mir bestätigt, dass Burmeister*) und Latzina**) Recht haben, wenn sie sagen, dass der Jaguar sehr gut schwimmt und mit Leichtigkeit die grossen Ströme Parana und Uruguay an ihrer grössten Breite durchquert und dass er häufig grosse Wasserreisen auf den schwimmenden Inseln und Flössen unternimmt, welche den Fluss herunter getrieben kommen. Burmeister***) selbst sah ihn im Parana schwimmen und erzählt, dass in der Nähe von Rosario mehrere mit solchen schwimmenden Inseln ans Ufer gerieten. Das gleiche passirte, wie man mir mittheilte, vor einigen Jahren in Baradero, und solche Fälle sind hier ganz allgemein bekannt. Nach Doering†) „bildet er in allen etwas bevölkerten Districten Nordpatagoniens zwischen Rio Negro, Neuquen und Rio Colorado schon eine seltene Erscheinung. Häufiger scheint er sich im Röhricht der grossen Lagunen und im Innern der Bergregion vorzufinden.“ „Die grossen Ströme sind das Transportmittel für den Jaguar, der gerne an ihren wildreichen Ufern wohnt, auf der Jagd nach und nach grosse Strecken zurücklegt und gewöhnlich nach Süden zu wandert“.††)

Sehen wir uns nun noch einmal den Brief von Herrn Carlos Ameghino[2] an. Von vornherein sehe ich von der Stelle betr. der Hautknöchelchen ab. Die dort von den Indianern gegebene Schilderung eines Thieres passt, wie es auch z. T. schon bei dem „Tigre del agua“ des Pater Falkner der Fall ist (s. p. 411), auf zwei verschiedene, deren Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten durcheinander gebracht sind. Die Hauptsache geht auf den Jaguar, „das schreckliche wilde Thier“[1], der am Wasser lebt, den Fluss heruntergeschwommen kommt, Menschen und Pferde anfällt, grosse Reisszähne und Krallen hat etc. Als er verschwunden war, blieb noch die Vorstellung von ihm und wurde mit den Charakteren eines dort noch lebenden Wasserräubers, der grossen *Lutra felina* Mol., vermengt. Von dieser stammt der abgeplattete Schwanz, die kurzen Füsse, die Schwimmhaut zwischen den Zehen und wahrscheinlich der Name Jemisch. Nichts deutet hin auf einen Edentaten, auf unser *Grypotherium*.

---

*) Burmeister. Description etc. p. 120.
**) Latzina l. c. p. 212.
***) Burmeister. Description etc. p. 120
†) Doering l. c. p. 26.
††) Ambrosetti, Juan B. l. c. p. 45.

III.

Der Zeitpunkt des Aussterbens von Grypotherium.

Niemand von allen, die sich mit den Resten aus der Höhle Eberhardt beschäftigt haben, ist im Zweifel über das relativ moderne Alter derselben. Trotzdem existirt das Thier jedenfalls nicht mehr und der frische Zustand der Präparate erklärt sich wohl durch die äusseren Bedingungen, welche ähnlich günstig erhaltend gewirkt haben, wie für die Kadaver der Mammuth, die Reste der Moa, das Fell des irischen Riesenhirsches*), die Weichtheile des diluvialen Lemming aus Portugal.**) Einen gewissen Schluss auf den Zeitpunkt des Aussterbens von *Grypotherium* und überhaupt der sonstigen dazu gehörenden verschwundenen Fauna könnte man aber in dem Falle ziehen, wenn sich unter den einheimischen Sprachen noch der Name, das Wort für einen solchen Edentaten erhalten hätte. Das ist nach der bisher bekannten linguistischen Litteratur zu schliessen nicht der Fall. Auch die unter den Indianern cursierenden mir bis jetzt bekannten Sagen bieten wenig Anhalt.

Moreno[18] p. 145 berichtet, dass, wie er 1884 in einer Höhle in der Nähe des Rio de los Patos in der Cordillere einige Ockermalereien gefunden habe, von denen eine nach seiner Ansicht einem Glyptodonpanzer gleicht***), — so ihm die Tehuelchen und Gennaken von einer Art seltsamen, hässlichen, behaarten Thieres erzählten, von dessen Existenz ihre Vorfahren die Erinnerung überlieferten, und dass ihm 1875 der alte Cacike Sinchel in der Nähe des Rio Negro eine Höhle, das vermuthliche Lager eines dieser Ungethüme, „Ellengassen“ †) genannt, zeigte; die Indianer selbst jedoch ihm niemals berichteten, dass diese Thiere jetzt noch lebten. Nach Lista††) glauben die Tehuelchen, dass in der Sierra Carhuerhne (Territorium

---

*) Dahms, Paul. Der Schelch des Nibelungenliedes. „Naturwissenschaftliche Wochenschrift“, XIII, 1898, p. 264.

**) Nehring. Ueber Myodes lemmus crassidens, var. nov. foss., aus Portugal. „Archiv für Naturgeschichte“, 1899, p. 175—182. — Barret-Hamilton, s. Anhang A [7].

***) In der Litteratur finden sich bis jetzt keine Pictographien beschrieben, die man für eines der ausgestorbenen Thiere halten könnte. Das besagt durchaus nicht, dass solche nicht noch entdeckt werden können.

†) Bez. dieses Wortes Ellengassen konnte ich in den Wörterbüchern der einheimischen Sprachen nichts finden.

††) Lista, Ramon. Fragmento del segundo viaje á los lagos del Payne (Andes Australes). „Anales de la Sociedad Cientifica Argentina“, Tomo 41, 1896, p. 336.

Santa Cruz) böse Geister und monströse Vierfüssler wohnen, welche einmal nach der Ueberlieferung eine ganze Indianerfamilie zerrissen, die auf der Rückkehr vom Charre (patagonischer Name für Lago Argentino) begriffen, zu Fuss nach der Meeresküste reiste. — Der Tehuelche-Cacike Kankel erzählte Santiago Roth[24] p. 37 des öfteren nach der Ueberlieferung seines Grossvaters von einem sehr wilden Thier am Lago Buenos Aires (Terr. Santa Cruz); es sei gefährlich, an den See heranzugehen; wenn das Thier brüllte, rannten alle übrigen Thiere davon und einmal habe es seinem Grossvater, als er in der Nähe des Sees Strausse jagte, einen Trupp Pferde getödtet. Kankel selber hatte so grosse Furcht, dass er trotz aller Drohungen und Vorstellungen Roths nicht zu bewegen war, näher als 1 km sich diesem See zu nähern.

Auch in den Sagen der Araukaner kommen fabelhafte Thiere vor, von denen die Leute keine klare Vorstellung mehr haben. Der „alte Latrapai“, an den sich ein hübsches Märchen knüpft, welches der Araukaner Kalvún Rudolf Lenz mittheilte*), ist „ein räthselhaftes Ungeheuer der Pampa, über das Kalvún nichts näheres wusste. Auch der Name war ihm unerklärlich. Herr Chiappa [ein Freund von Herrn Lenz] glaubt von anderer Seite den Namen Latripai gehört zu haben; das würde bedeuten, ‚der Todte kam heraus.‘“ In dem gleichen Märchen**) figurirt ein wildes Thier, das im Araukanischen den spanischen Namen ‚lofo toro‘ führt, das Lenz aber als „wilder Stier“ [toro span. = Stier] übersetzt, da lofo das spanische Wort lobo (Wolf) zu sein scheint, welches auch als Adjectivum für unbändig, wild, zur Bezeichnung eines nicht domesticirten Thieres gebraucht wird und wildes oder verwildertes Rindvieh in den Abhängen der Cordilleren noch heute vorkommt. — In dem schon früher erwähnten Märchen, wo Löwe und Tiger zusammen auftreten***), erscheint auch ein ‚chüpei toro‘†); auch diesen übersetzt Lenz mit „wilder Stier“, obgleich der Indianer Kalvún eine genaue Erklärung nicht geben konnte; es soll ein stierartiges Ungeheuer

*) Lenz. Estudios Araucanos etc. p. 225. p. 225, Anm. 1; p. 325. — id. Araukanische Märchen etc. p. 31. p. 68, Anm. 5 (1).

**) Lenz. Estudios Araucanos etc. p. 228. p. 228, Anm. 9. — id. Araukanische Märchen etc. p. 33. p. 68, Anm. 5 (6).

***) Lenz. Estudios Araucanos etc. p. 196 ff. p. 319–[illegible] — id. Araukanische Märchen etc. p. 39 [illegible]

†) Lenz. Estudios Araucano[illegible] [illegible]. p. 198 — id. Araukanische Märchen etc [illegible] Anm. 8

sein. Nach Lenz hat wahrscheinlich auch hier das vollkommen wilde Rindvieh der Cordilleren dazu Veranlassung gegeben.

Was diese Sagen und Erzählungen der Eingeborenen anbetrifft, so dürfte ihr Ursprung in den meisten Fällen auf Thiere zurückzuführen sein, dann aber moderne Thiere, wildes Rindvieh und namentlich der Jaguar (*Felis onça* L.) am ehesten in Betracht kommen, der ja unter den Indianern überhaupt*), Guaranis, Quichua etc., Veranlassung zu abergläubischen Vorstellungen gegeben hat und überall sehr gefürchtet ist. Sie auf den ausgestorbenen Edentaten oder das gleichzeitige ausgestorbene grosse Raubthier *Jemisch Listai* zu beziehen, scheint überflüssig und wenig wahrscheinlich. Diese Thiere sind zwar verhältnissmässig spät, aber doch schon so lange vom Erdboden verschwunden, dass sich die Vorstellung von ihnen und die Erinnerung an sie nicht mehr mit Sicherheit in Sprache und Sage der Indianer nachweisen lässt.

---

*) Ambrosetti, Juan B. Notas biologicas. VIII. El Tigre negro (Felis Yaguatiryca Liais). „Revista del Jardin Zoologico de Buenos Ayres", Tomo I, 1893, Entrega 11, p. 351. — id. La leyenda del Yaguareté-abá (el indio Tigre) y sus proyecciones entre los Guaraníes, Quíchuas etc. „Anales de la Sociedad Científica Argentina", Tomo 41, 1896, p. 321—334.

(Abgeschlossen La Plata, Argentinien, 7. Mai 1900.)

Anhang.

A. Verzeichniss der Litteratur, welche direkt mit dem Grypotherium in Zusammenhang steht. Die Titel derjenigen Publikationen, welche nicht selber im Original eingesehen werden konnten, sind vorn mit einem * versehen.

1 Ameghino, Florentino. Première notice sur le Neomylodon Listai, un représentant vivant des anciens Edentés Gravigrades fossiles de l'Argentine. La Plata, 2 août 1898. 8 pp. in 8°.

1a id. An existing Ground-Sloth in Patagonia. „Natural Science", Vol. XIII, No. 81, November 1898, p. 324—326. — Engl. Uebersetzung des vorigen. — Ref. und bezl. Notizen in: „Natural Science", Vol. XIII, No. 80, October 1898, p. 288. — „Nature", Vol. 58, No. 1510, October 6, 1898, p. 547—548. — „Revue Scientifique", 4e série, Tome X, No. 18, 29 octobre 1898, p. 569. — „Anales de la Sociedad Cientifica Argentina", Tomo 46, Entrega 5, Noviembre de 1898, p. 294—295. — „Naturwissenschaftliche Rundschau", XIII, No. 52, December 1898, p. 684. — Briefl. Mittheilung Ameghino's an Oldfield Thomas in: „Proceedings of the Zoological Society of London", 1899, November 28, p. 852.

2 id. El Neomylodon Listai, un sobreviviente actual de los Megaterios de la antigua Pampa. „La Piramide" (La Plata), Tomo I, 15 de Junio de 1899, p. 51—54; 1° de Julio de 1899, p. 82—84.

3 id. Neomylodon Listai. „Sinopsis geologico-paleontologica (en: Segundo Censo Nacional de la República Argentina, Tomo I, p. 111—255 con 105 figuras, Buenos-Ayres 1898, en folio), Suplemento (Adiciones y correcciones)". Julio de 1899. La Plata 1899. 4°. p. 8.

4 id. El mamifero misterioso de la Patagonia (Neomylodon Listai). Un sobreviviente actual de los megaterios de la antigua Pampa. La Plata 1899. 8°. 15 pp.

Brochure, in welcher die beiden vorhergehenden Publicationen unverändert zusammen wieder abgedruckt sind.

5 id. [Further notes on Neomylodon Listai.] „Proceedings of the Zoological Society of London", 1899, November 14. p. 890. — Bezl. Notiz in: „Zoologischer Anzeiger", XXII, No. 605, 11. December 1899, p. 520.

6 id. Das Neomylodon Listai. „Mutter Erde", II. Jahrgang, No. 27, p. 2—5. Ohne Jahreszahl (März 1900).

7 Barrett-Hamilton, G. E. H. A portuguese parallel to Neomylodon Listai. „Natural Science", Vol. XV, No. 94, December 1899, p. 462.

8 Gallardo, A. [Uebersichtliches Referat über die Frage von dem geheimnissvollen Thier in Patagonien unter Berücksichtigung der bis October 1899 einschl. erschienenen einschlägigen Litteratur.] „Anales de la Sociedad Científica Argentina", Tomo 48, Entrega 5, Noviembre de 1899, p. 340—346.

9 *Gaudry, Albert. Sur le Neomylodon. „Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences" de Paris, Tome 129, No. 13, 25 septembre 1899, p. 491—492. — Bezl. Notiz in: „Nature", Vol. 60, No. 1562, October 5, 1899, p. 564. — Auszug in: „Revue Scientifique", 4e série, Tome XII, No. 16, 14 octobre 1899, p. 503—504.

10 id. Résumé d'un travail de M. Erland Nordenskjold. „Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences" à Paris, Tome 129, 26 décembre 1899, p. —. Extrait.

11 Hauthal, R. El mamífero misterioso de la Patagonia „Grypotherium domesticum." I. Reseña de los hallazgos en las cavernas de Ultima Esperanza. „Revista del Museo de La Plata", Tomo IX, 1899, p. 409—420. — Auch separat. — Ref. in: „Nature", Vol. 60, No. 1560, September 21, 1899, p. 512—513. — „Science" N. S., Vol. X, No. 257, December 1, 1899, p. 814—815. — „Petermann's Mittheilungen", 45. Band, Heft 12, Dec. 1899, p. 298. — „Centralblatt für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte", 5. Jahrgang, Heft 2, (März) 1900, p. 113—114.

12 id. Erforschung der Grypotherium-Höhle bei Ultima Esperanza. Ein Blick in die prähistorischen Zeiten Süd - Patagoniens. „Globus", Band 76, No. 19, 11. November 1899, p. 297—303. — Bezl. Notiz in: „Petermann's Mittheilungen", 45. Band, Heft 12, December 1899, p. 298. Populär - wissenschaftliche Mittheilung darüber mit Berücksichtigung der früheren Litteratur in: „Mutter Erde", II. Jahrgang, No. 22, p. 429—430. Ohne Jahreszahl (Ende Januar 1900).

13 Jacob, Christfried. Examen microscópico de la pieza cutánea del mamífero misterioso de la Patagonia, „Grypotherium domesticum." „Revista del Museo de La Plata", Tomo X, 1899—1900, p. 61—62. — Auch separat.

14 Lehmann-Nitsche, Robert. El mamífero misterioso de la Patagonia „Grypotherium domesticum." III. Coexistencia del hombre con un gran desdentado y un equino en las cavernas patagónicas. „Revista del Museo de La Plata", Tomo IX, 1899, p. 455—472. — Auch separat. — Ref. in: „Science" N. S.-Vol. X., No. 257, December 1, 1899, p. 814—815. — „Centralblatt für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte", 5. Jahrgang, Heft 2, (März) 1900, p. 113—114.

14a id. Die Gleichzeitigkeit der südpatagonischen Höhlenbewohner mit dem Grypotherium und anderen ausgestorbenen Thieren der argentinischen Höhlenfauna. Wird im „Archiv für Anthropologie", Bd. 27, erscheinen. Deutscher Text der vorigen Publication, durch Zusätze erweitert. — Ein kurzes Resumé ist: id. Der Mensch und das Grypotherium in Süd-Patagonien. Vortrag, gehalten auf der 72. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte, Aachen 1900. Im Druck. — Nachtr. Zusatz.

15 Lönnberg, Einar. On some remaints of „Neomylodon Listai" Ameghino brought home by the Swedish Expedition to Tierra del Fuego 1896. „Svenska Expeditionen till Magellansländerna", Stockholm, Band II, Zoologie, Erstes Heft, No. 7, p. 149—169. — Ref. in: „Science" N. S., Vol. IX, No. 221, March 24, 1899, p. 459—460. — „Natural Science", Vol. XIV., No. 86, April

1899, p. 267—268. — „Revue Scientifique", 4e série. Tome XI, No. 16, 22 avril 1899, p. 503. — „Anales de la Sociedad Científica Argentina", Tomo 47, Entrega 6, Junio de 1899, p. 257—261. — „Petermann's Mittheilungen", 46. Band, Heft 12, April 1900, Litteraturbericht No. 242, p. 70.

[16] Mercerat A. Sur le Neomylodon Listai Amegh. „Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires", Tomo I, No. 5, 30 de Diciembre de 1899, p. 155—157.

[17] Moreno, Francisco P. [exhibited and made remarks upon the original specimen of the recently described mammal Neomylodon listai etc.]. „Proceedings of the Zoological Society of London", 1899, January 17, p. 1. — Bezl. Notiz in: „Natural Science", Vol. XIV, No. 84, February 1899, p. 171—172. — „Zoologischer Anzeiger", XXII, No. 581, 6. März 1899, p. 117.

[18] id. On a Portion of Mammalian Skin, named *Neomylodon listai*, from a Cavern near Consuelo Cove, Last Hope Inlet, Patagonia. 1. Account of the Discovery. „Proceedings of the Zoological Society of London", 1899, February 21, p. 144—148. — Ref. in: „Natural Science", Vol. XIV, No. 86, April 1899, p. 265—267. — „Zoologischer Anzeiger", XXII, No. 582, 13. März 1899, p. 135—136.

[19] id. Note on the discovery of Miolania and of Glossotherium (Neomylodon) in Patagonia. „Nature", Vol. 60, No. 1556, August 24, 1899, p. 396—398. — „The Geological Magazine or Monthly journal of Geology", No. 9, September 1. 1899, p. 385—387. — Deutscher Auszug in: „Naturwissenschaftliche Rundschau", XIV, No 44, 4. November 1899, p. 559—560.

[20] Nehring A. Einige Bemerkungen über die Hausthiernatur des „Grypotherium domesticum" aus Süd-Patagonien. „Globus", Band 77, No. 4, 27. Januar 1900, p. 61—62.

[21] Nordenskiöld, Erland. Neue Untersuchungen über Neomylodon listai. (Vorläufige Mittheilung). „Zoologischer Anzeiger", XXII, No. 598, 31. Juli 1899, p. 335—336. — Bezl. Notiz in: „Natural Science", Vol. XV, No. 94, December 1899, p. 449. — „Journal of the Royal Microscopical Society of London", 1899, P. 5, p. 478 (1899).

[22] id. Meddelande rörande gräfningar i grottorna vid Ultima Esperanza (Södra Patagonien). „Ymer", XIX, H. 3, 1899, p. 265—266. — Vorherige kurze Notiz darüber in: „Ymer", XIX, H. 2., 1899, p. 215.

[23] id. Iakttagelser och fynd i grottor vid Ultima Esperanza i Sydvestra Patagonien. „Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar", Bandet 33, No. 3, Stockholm 1900. — Ref. in: „Zoologisches Centralblatt", VII. Jahrgang, No. 12, 29. Mai 1900, p. 434—436. — Ref. mit Berücksichtigung der früheren Litteratur: „L'Anthropologie", Tome XI, No. 1, Janvier-Février 1900, p. 118—120.

[24] Roth, Santiago. El mamífero misterioso de la Patagonia „Grypotherium domesticum." II. Descripción de los restos encontrados en la caverna de Ultima Esperanza. „Revista del Museo de La Plata", Tomo IX, 1899, p. 421—453. — Auch separat. — Ref. in: „Nature", Vol. 60, No. 1558, September 21, 1899, p. 502—503. — „Science" N. S., Vol. X, No. 257, December 1, 1899, p. 814—815. — „Centralblatt für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte", 5. Jahrgang, Heft 2, (März) 1900, p. 118—124.

[25] Smith Woodward, A. On a Portion of Mammalian Skin, named *Neomylodon listai*, from a Cavern near Consuelo Cove, Last Hope Inlet, Patagonia. 2. Description and Comparison of the Specimen. „Proceedings of the Zoological Society of London", 1899, February 21, p. 148—156. — Ref. in: „Natural Science", Vol. XIV, No. 86, April 1899, p. 265—267. — „Zoologischer Anzeiger", XXII, No. 582, 13. März 1899, p. 135—136.

[26] id. The supposed existing Ground-Sloth of Patagonia. „Natural Science", Vol. XV, No. 93, November 1899, p. 351—354.

[27] id. [exhibited — the skull and other specimens of *Neomylodon listai (Grypotherium)*]. „Proceedings of the Zoological Society of London", 1899, November 14, p. 830.

[28] id. On some Remains of Grypotherium (Neomylodon) listai and associated Mammals from a Cavern near Consuelo Cove, Last Hope Inlet, Patagonia. „Proceedings of the Zoological Society of London", 1900, January 23, p. 64—79. — Nachtr. Zusatz.

[29] *Spencer Moore. [Ueber die Excremente des Thieres.] „British Association for the Advencement of Science", 1899, Meeting of Dover. Notiz darüber bei Smith Woodward, No. 26 und 28 dieses Verzeichnisses.

B. Verzeichniss der Wörterbücher der patagonischen Sprache.

1520. Pigafetta. Verschiedene Ausgaben. Die Anzahl sowie die Anordnung der Vocabeln ist in jeder verschieden. 1. Pigafetta, Antonio. Viaggio atorno il mondo. In: „Ramusio. Delle navigationi et viaggi, Venetia 1613, Volume primo, p. 353—370". — p. 370: 38 Vocbln. — 2. id. Primo viaggio interno al globo terracqueo. Milano 1800. 237 pp. — p. 191—192: 84 Vocbln. — Vollständigste Ausgabe. — 3. Burney, Captain James. A Chronological History of the Discoveries in the South-Sea or Pacific Ocean. Part I. commencing with an Account of the earliess Discoveries of that Sea by Europeans, and terminating with the Voyage of Sir Francis Drake, in 1579. London, Hansard, 1803—1817, 5 vols. 4 to; Vol. I, London 1803, 391 pp. — p. 37—38: Abdruck von 77 Vocbln. Pigafettas. — 4. Pigafetta, Antonio. [Palabras del idioma de los Patagones]. In „Coleccion de obras y documentos relativos á la historia antigua y moderna de las provincias del Rio de La Plata, por Pedro de Angelis", Buenos 1836—1837. Tomo VI, Buenos Aires 1837. — 15, p. XVII: 46 Vocbln. — Angelis fügte zu den 38 Vocbln. der ersten Ausgabe noch 6, die sich im Texte der Beschreibung Pigafettas finden, siehe: — 5. Burmeister, Carlos V. Contestacion á un trabajo del Sr. Ameghino sobre Patagonia. „Revista de la Sociedad Geográfica Argentina", Tomo VII, 1890, p. 227—238. — Auch bei diesem Autor übrigens p. 234: Abdruck der 38 Vocabeln der ersten Ausgabe Pigafettas.

1774. Falkner. Falkner, Thomas. A Description of Patagonia and the adjoining parts of South America. Hereford 1774. 144 pp. — id. Franz. Uebersetzung: Description des terres magellaniques et des pays adjacens. Traduit de l' Anglois par M. B. Genève et Paris, 1787. — id. Span. Uebersetzung: Descripcion de la Patagonia y de las partes adyacentes de la America Meridional. „Coleccion de obras y documentos relativos á la historia antigua y moderna de las provincias del Rio de La Plata, por Pedro

de Angelis", Tomo I, 4, Buenos Aires 1836. — id. Deutsche Uebersetzung: Beschreibung von Patagonien und den angrenzenden Theilen von Südamerika aus dem Englischen des Herrn Thomas Falkner. Nebst einer neuen Karte der südlichen Theile von Amerika. Gotha. bei Carl Wilhelm Ettinger, 1775. — passim: Einige Voebln. (Nicht etwa im Anhang, wo nur die araukanische Sprache behandelt wird.)

1781. Viedma. Viedma, Antonio de. Catálogo de algunas voces que ha sido posible oir y entender á los indios Patogenes que frecuentan las inmediaciones de la bahía de San Julian; comunicado al Virey de Buenos Aires, D. Juan José de Vertiz, en carta de 8 de Febrero de 1781, por D. Antonio de Viedma. „Coleccion de obras y documentos relativos á la historia antigua y moderna de las provincias del Rio de La Plata, por Pedro de Angelis", Tomo VI, Buenos Aires 1837. — 15, p. XV—XVII: 135 Voebln., 24 Zahlw.

1789. Anonym. 1. Brinton, Daniel G. Studies in South American Native Languages. VII. The Hongote language and the Patagonian dialects. „Proceedings of the American Philosophical Society", Vol. XXX, January 1892, No. 137, p. 83—90. — (2. id. Further Notes on Fuegian Languages. (IV) The Hongote Vocabularies. „Proceedings of the American Philosophical Society", Vol. XXX, April 1892, No. 138, (p. 249—254), p. 254.) — 1: 15 Voebln. und 5 Zahlw. doppelt nach zwei Vocabularien.

1800. Hervás. Hervás, Lorenzo. Catálogo de las lenguas de las naciones conocidas. Tomo I. Madrid 1800. 396 pp. — p. 133: 6 Voebln.

1826. Fitz-Roy. Fitz-Roy. Narrative of the surveying voyages of His Majesty's Ships Adventure and Beagle between the years 1826 and 1836. London 1839. — Appendix to Vol. II: 41 Voebln.

Auch bei: Larsen, Juan M. Diccionario Araucano-Español, ó sea Calepino Chileno-Hispano. Por el P. Andrés Febrés de la Compañía de Jesus. Reproducido textualmente de la edicion de Lima de 1765 por Juan M. Larsen. Con un Apéndice. Buenos Aires 1882. 282 pp. — p. 102—104: Abdruck der 41 Voebln. von Fitz-Roy.

1829. d'Orbigny. d'Orbigny, Alcide. L'homme américain. 2 tomes. Paris 1839. — Tome I, p. 162. 164: 2 resp. 23 Voebln. Tome II, p. 59: 8 Voebln.

1862—1863. Cox. Cox, Guillermo E. Viage en las regiones setentrionales de la Patagonia, 1862—1863. Con un mapa. Santiago de Chile 1863. 8°. 273 pp. — p. 252: 51 Voebln., 10 Zahlw.

(1863) von Martius. von Martius, Carl Friedr. Phil. Beiträge zur Ethnographie und Sprachenkunde Brasiliens. II. Zur Sprachenkunde. Glossaria linguarum brasiliensium. Erlangen 1863. p. 211: 90 Voebln., 14 Zahlw.

1863? Schmid. Schmid, Teophilus F. [Grammatik und Vocabularium der patagonischen Sprache]. Von Musters (s.w. u., Deutsche Ausgabe, p. 5. 48) erwähnt. Es war mir, trotz direkter Anfrage bei derSouth American Missionary Society in London, unmöglich, mir diese Schrift zu verschaffen oder auch nur den genauen Titel derselben zu erfahren. Ich kenne nur eine handschriftliche Copie des grammatikalischen Theils, welche von dem verstorbenen Mr. Thomas Bridges der Bibliothek des General Mitre zu Buenos Aires übergeben wurde.

1869. Musters. Musters, George Chaworth. At home with the Patagonians. London 1871. — id. id. second edition

London 1873. — Deutsche Ausgabe: M. Unter den Patagoniern. Jena 1873. — Appendix A: 209 Vocbln., 20 Zahlw., 17 Sätze.

1876—1877. Moreno. Moreno, Francisco P. Viaje á la Patagonia Austral, emprendido bajo los auspicios del Gobierno Nacional 1876—1877. Tomo primero. Buenos Aires 1879. — p. 380—396: 629 Vocbln.

1877. Ibar Sierra. Ibar Sierra, Enrique. Relacion de los estudios hechos en el estrecho de Magallanes y la Patagonia Austral durante los ultimos meses de 1877. „Anuario hidrográfico de la Marina de Chile", año V, 1879. Santiago. Apendice, p. 7—60. — p. 46—49: 127 Vocbln., 24 Zahlw., 8 Sätze.

1879. Barbará. Barbará, Federico. Manual ó Vocabulario de la Lengua Pampa. Buenos Aires 1879. 8°. 178 pp. — p. 91—97: 164 Vocbln., 24 Zahlw.

1879—1894 (1896). Lista. 1. Lista, Ramon. Viaje al pais de los Tehuelches. Buenos Aires 1879. 82 pp. — Apendice. pp. 79—82: 68 Vocbln., 22 Zahlw. — 2. id. La Patagonia Austral (Complemento del „Viaje al pais de los Tehuelches"). Buenos Aires 1879. 104 pp. — p. 84—86: 45 Vocbln. (davon 3 bereits unter 1. aufgeführt.) — 3. id. Mis esploraciones y descubrimientos en la Patagonia 1877—1880. Buenos Aires 1880. 213 pp. — p. 125—130: 120 Vocbln., 22 Zahlw. — Dieselben wie in 1. und 2. mit Zufügung von 10 neuen. — 4. id. Vocabulario Tzoneka ó Tehuelche. „Revista de la Sociedad Geográfica Argentina", Tomo III, 1885, p. 334—335. — 59 Vocabeln. — 5a. id. Viaje al país de los Onas, Tierra del Fuego. „Revista de la Sociedad Geográfica Argentina", Tomo V, 1887, p. 41—152. — p. 102: 27 Vocbln. der Ona von San Sebastian; p. 151—152: 86 der südlichen Ona. — 5b. id. id. in Buchform unter gl. Titel. Buenos Aires 1887. 145 pp. — Hier p. 82 resp. p. 144—145. — 6. id. Una raza que desaparece. Los indios Tehuelches. Buenos Aires 1894. 8° men. 126 pp. — p. 105—126: 225 Vocbln., 25 Zahlw., 70 Sätze. — (7. id. Lenguas Argentinas. Los Tehuelches de la Patagonia. „Anales de la Sociedad Científica Argentina", Tomo 42, 1896, p. 35—43).

1891. Segers. Segers, Polidoro A. Tierra del Fuego. Hábitos y costumbres de los indios Aonas. „Boletin del Instituto Geográfico Argentino", Tomo XII, 1891, p. 56—82. — p. 80—81: 91 Vocabeln. — Adhoc: Brinton, Daniel G. Further Notes on Fuegian Languages. (II) Language of the Onas (Aonas). „Proceedings of the American Philosophical Society", Vol. XXX, April 1892, No. 138, (p. 249—254), p. 251—253.

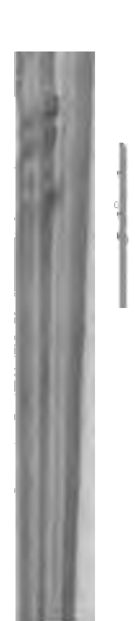
1898. Milanesio. Milanesio, Domenico. La Patagonia. Lingua, industria, costumi e religione dei Patagoni. Buenos Aires 1898. 8°. 56 pp. — p. 22—25: 62 Vocbln., 47 Zahlw.

Verzeichniss der Wörterbücher der Pampa-Sprache.

1774. Falkner. l. c. passim einige Vocbln.

1800. Hervás. l. c. p. 133: 2 Vocbln.

1829. d' Orbigny. l. c. Tome I, p. 162. 164: 2 resp. 23 Vocbln. Tome II, p. 79—81. 87: Einige Vocbln. und Angaben über die Sprache.



Empfehlenswerte Büc

aus Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung, Berli

Kurfürsten-Strasse 149.

Vom Kriege von General Carl von Clausewitz. 5. Auflage mit einer Einführung vom Chef des Generalstabs der Armee Generaloberst Grafen Schlieffen, Exzellenz. 800 S. gr. 8. 6 Mk., eleg. Leinwandband 7.50 Mk. . . . . Luxusausgabe 10 Mk.

Der höchste Offizier der deutschen Armee urteilt über das Werk wie folgt: „In der Lehre des Generals von Clausewitz ist das Höchste niedergelegt, was jemals über den Krieg gesagt worden ist. Auf ihr fußt nach seinem eigenen Geständnis der Feldmarschall Moltke, wenn er auch diese Lehre den veränderten Verhältnissen entsprechend fortgebildet hat oder über sie hinausgegangen ist.“

Das Studium dieses genialen Werkes ist nicht nur für jeden strebenden Offizier unerläßlich, sondern auch für den Laien ein hoher Genuß.

Bismarck und seine Welt. Grundlegung einer psychologischen Biographie von Oskar Klein-Hattingen. Erster Band: Von 1815—1871. 8 Mk., geb. 9 Mk. Zweiter Band, Erster Teil: Von 1871—1888. 8 Mk., geb. 9 Mk. Schluß II, 2. Von 1888—1898. 4 Mk., geb. 5 Mk.

Furchtloser Wahrheitsmut, die wahre Sittlichkeit des Geschichtsschreibers, erfüllt den Verfasser und macht sein Werk zu einer der hervorragendsten Erscheinungen der gesamten Bismarck-Literatur. Die Darstellungsweise ist geradezu glänzend, das Werk liest sich von Anfang bis zu Ende wie ein spannender Roman.

Jeder Politiker wird Klein-Hattingens Bismarck-Biographie besitzen müssen.

„Ein herrliches, großartiges Werk, das in der Bismarck-Literatur einzig dasteht. Diese Bismarck-Charakteristik... ist wahr, folgerichtig, geistreich, scharf analysierend und unerbittlich urteilend; die hohe, vornehm-kritische Sprache erscheint dem Gegenstand der Behandlung angemessen; das Werk ist interessant von Anfang bis zu Ende; es bietet eine Psychologie des großen Staatsmannes und seiner Handlungen, wie nur eine ganz kühne Erwartung sie sich vorzustellen vermag.“

Zeitschrift für Aktiengesellschaften.

Der geniale Mensch von Dr. Hermann Türck. Sechste verb. Aufl. Geh. 4.80 Mk. . . . . geb. 6 Mk.

I. Künstlerisches Genießen. — II. Philosophisches Streben. — III. Praktisches Verhalten. Gott und Welt. — IV. Shakespeares Hamlet. — V. Goethes Faust. — VI. Byrons Manfred. — VII. Schopenhauer und Spinoza. — VIII. Christus und Buddha. — IX. Alexander, Cäsar, Napoleon. — X. Darwin und Lombroso. — XI. Stirner, Nietzsche und Ibsen. — XII. Schlußbetrachtung.

Das Leben der Seele v... Lazarus. Dritte Auflage. 3 B... . . . . eleg. gebu...

Littrows Wunder des Hi... Gemeinfaßliche Darstellung... systems. Bearbeitet von ... Edmund Weiß, Direktor der Stern... Mit 14 lithographierten Tafeln ... Holzschnitt-Illustrationen. Pr... geb. 16 Mk. Eine Ergänzung ... **Littrow, Atlas des gestirnte...** Vierte Auflage. Bearbeitet vo... Edmund Weiß. . . . Eleg. geb...

Die Wunder der Urwelt ... A. Zimmermann. Eine po... stellung der Geschichte der Sc... Urzustandes unseres Weltkörper... verschiedenen Entwicklungsperi... Oberfläche, seiner Vegetation un... wohner. Dreiunddreißigste Auf... von Dr. S. Kalischer. Mit ... . 7 Mk., eleg. geb...



Aus: „Lindenberg, ...

her
1 W. 35,

on Dr. M.
ände 18 Mk.
1den 21 Mk.
1mels oder
des Welt-
ofessor Dr.
warte in Wien.
und vielen
eis elegant
ierzu bildet:
1 Himmels.
1 Prof. Dr.
inden 6 Mk.
von F. W.
pulläre Dar-
höpfung des
s sowie der
den seiner
d seiner Be-
lage. Verb.
322 Abbild.
inden 9 Mk.



: Nette

bücher
t durch
istrierte
dungen.
n 4 Bd.
16 Mk.
sher ver-
1 fremde
ernstein's
brer un-
auch von

Bild.
eutschen
luflage.
3 Bd.
à Bd.
. 3 Bd.
Hohe
ringen.
. . . . .
Oden-
erland.
ld. . . .
see zur
chweiz.
. . . . .
hat hier
ben hat.
und kann

. Von
Seiten
2 Bd.
16 Mk.

rient.
g. In
4 Mk.
ionen —
hmen —
es eignet
ermann,
In kauf-
es viel
inke und
t. Auch
erk sehr
sen vor-
die Er-
vergleich-

Japan
iegszeit
rn von
1 von
ationen
7 Mk.
verständ-
sien ge-
ll seines
Lesern
zeitung.

Tokio—Berlin. Von der japanischen zur deutschen Kaiserstadt. Von Jintaro Omura, Professor an der Kaiserlichen Adelsschule zu Tokio. Mit 80 Illustr. 4 Mk., eleg. gebunden 5 Mk.

„Ein eigner Reiz liegt über diesem liebenswürdigen Buche, das von einem Japaner in deutscher Sprache niedergeschrieben ist, zum Teil noch ehe sein Fuß deutschen Boden betreten hatte.“

Skizzen aus dem Völkerleben. Von Professor Dr. Heinrich Winkler. 3 Mk. gebunden 4 Mk.

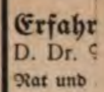
I. Aus Osteuropa. Augenblicksbilder aus dem östlichen Europa. — Finnen und Magyaren. — Finnland und die Finnen. — Finnland und die finnische Verfassung. — Die Aussichten der Magyarisierungspolitik. — Selbstgefährdung des Magyarentums. — Die Pußta. — Rasse und Herkunft der reinen Magyaren. — Die nichtindogermanischen Völker von Osteuropa. . . . .

II. Aus dem Magyarenlande. Magyarische Städte und Siedelungen überhaupt. — Verkehrsverhältnisse im eigentlichen Magyarenlande. — Bäuerliches und kleinbürgerliches Leben in Ungarn. — Abhängigkeit des Magyarentums von fremden Kulturkreisen. — Magyarischer Chauvinismus. . . . .



Kai

Empfehlenswerte Bücher aus Ferd. Dümm



Einführung in die Kenntnis der Insekten. Von H. J. Kolbe, Professor an der zoologischen Sammlung des Königl. Museums für Naturkunde zu Berlin. Mit 324 Holzschnitten. 724 Seiten. . . 14 Mk., gebunden 15,50 Mk.

Einführung in die Blütenbiologie auf historischer Grundlage. Von E. Loew, Prof. am Königl. Realgymnasium zu Berlin. Mit zahlreichen Abbildungen. 6 Mk., geb. 7 Mk.

Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie. Mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des Geologen. Von Prof. Dr. H. Potonié. Mit 3 Tafeln und fast 700 Einzelbildern in 355 Textfig. 402 Seiten. 8 Mk., geb. 9,60 Mk.

Die Antifeministen. Ein Buch der Verteidigung. Von Hedwig Dohm. 2 Mk., ... Gebunden 2,80 Mk.

Einleitung. — Vier Kategorien der Antifeministen. — Zwei Altgläubige. (Als Illustrationsprobe.) 1. Ein Amazonentöter. 2. Nietzsche und die Frauen. — Drei Ärzte als Ritter der mater dolorosa. — Weib contra Weib. — Laura Marholm. — Ellen Key. — Frau Lou Andreas-Salomé. — Von der alten und neuen Ehe.



mberg. Um die Erde.

Erfahr
D. Dr.
Rat und

Bismc
nahme d
Fragen
rechts v
Epstein

Das
Von Fe
Burgthea

Träum
fierte
Zweite

„Ein klein
einzelne
sind Mär
und ernst
Einblicke
geschaut
mit dem

Peter
Von D
setzung
. . . . .

Des
Gustav
. . . . .

„Das Kr
unsere n
uns über
hinweg u
Nachdenk

Das L
Heines
. . . . .

Trans
schen L
Samar
. . . . .

Im R
Bilder
. . . . .

Zur C
Sozial
4. Aufla
gesetzes
Sozialis
Preis
. . . . .

Empfehl

Die Kul
lismus.
Idealismus
einem Vor
. . . .

Das Gr
krisen un
des Mono
. . . .

Was leh
von Wolf
vermehrte
. . . .

Das Bu
Neu durchg
aus den Ui
Kirchbach
Volks-A

Ernste A
Ausgewähl
Pädagogik
Penzig,
3. Aufl. 2

Briefe ü
Mutter g
. . . .

„Wir können
empfehlen, d
weiser auf d
vernünftigen

Kinder-
durch die
und bearbe
Gizycki.
. . . .

Feine A
. . . .

Fritz V
in China
Jugend.
farbigem
4 Vollbild
. . . .

Druck von G. Bernstein in Berlin.